Comune di Massa

AGENDA XXI

RI.MA.21

"Risorse rinnovabili e risparmio energetico nel Comune di Massa: azioni concrete per Agenda 21"

ambiente s.c.
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV = UNI EN ISO 9001:2000 = UNI EN ISO 14001:2004
Via Frassina, 21 - 54031 Carrara (MS) - tel. 0585 855624 - lab. 0585 855632 - fax 0585 855617 - e-mail home@ambientescrl.com - lab@ambientescrl.com - www.ambientescrl.com

Indice

1 INTRODUZIONE 9

2 NOTA DELL'ASSESSORE ALL'AMBIENTE 13

LINEA 1 – RISPARMIO ENERGETICO 19

3 LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI 20

3.1 ANALISI DEL CONTESTO LEGISLATIVO 24

3.1.1 Legge n. 10 del 09/01/1991, "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia" 24

3.1.2 Direttiva 2002/91/CE "Rendimento energetico nell'edilizia" 25

3.1.3 D.Lgs. n. 192 del 19/08/2005 "Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia" 27

3.1.4 Le future integrazioni/modifiche al D.Lgs. 192/2005 30

3.1.5 D.C.R. n 1 del 18/01/2000 "L.R. n. 45 del 27/06/1997, Piano energetico Regione Toscana" 33

3.1.6 L.R. n. 39 del 24/02/2005 "Disposizioni in materia di energia" 35

3.1.7 La proposta del nuovo Piano di Indirizzo Energetico Regionale (P.I.E.R.) 38

3.2 ANALISI DELLE NORME TECNICHE 41

3.2.1 D.P.R. n. 412 del 26/08/1993 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4 della L. n. 10/1991" 41

3.2.2 D.M. 13/12/1993 "Modelli di approvazione della relazione tecnica" 42

3.2.3 DPR n. 551 del 21/12/1999 "Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia" 43

3.2.4 D.M. 24/04/01 44

3.2.5 Norme UNI – Riscaldamento e raffrescamento edifici 47

3.2.6 Raccomandazioni del CTI 49

3.2.7 L.R. n. 1 del 03/01/2005, "Norme per il governo del territorio" 50

3.2.8 D.G.R. n. 322 del 28/02/2005, "Approvazione delle istruzioni tecniche denominate "Linee guida per la valutazione della qualità energetica ed ambientale degli edifici in Toscana" ai sensi dell'art. 37, comma 3 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 ed in attuazione dell'azione B.13 del P.R.A.A. 2004-2006". 52

3.3 ANALISI DELLE PROCEDURE CONSOLIDATE 56

3.3.1 La procedura elaborata dai Punti Energia - Programma CENED 4 56

3.3.2 Metodologia di calcolo ENEA - FIRE 58

3.3.3 Metodologia BEEPS (Bulding Energy and Environment Performance System) 58

4 LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI NEL COMUNE DI MASSA 64

4.1 METODOLOGIA SEMPLIFICATA PER LA SELEZIONE DEL CAMPIONE DI EDIFICI 65
4.2 RISULTATI DELLA METODOLOGIA SEMPLIFICATA APPLICATA ALLE SCUOLE DEL COMUNE DI MASSA. 70
4.3 METODOLOGIA DI DIAGNOSI ENERGETICA DEGLI EDIFICI 77
4.3.1 Procedimento di calcolo per il fabbisogno energetico di un edificio 78
4.4 IL CERTIFICATO ENERGETICO DI UN EDIFICIO 86
4.5 RISULTATI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA EFFETTUATA SUGLI EDIFICI CAMPIONE 88
4.5.1 Scuola Elementare "Guido Bresciani" 90
4.5.2 Scuola Materna e Elementare "Edmondo De Amicis" 92
4.5.3 Scuola Elementare "Castagnola di Sotto" 94
4.6 CONCLUSIONI 96

5 RILEVAZIONE DEI CONSUMI D'ENERGIA ELETTRICA NEI FABBRICATI DI COMPETENZA DEL COMUNE DI MASSA 98

6 INQUINAMENTO LUMINOSO E RISPARMIO ENERGETICO 117

6.1 ILLUMINAZIONE E TRAFFICO 120
6.2 LA SITUAZIONE NEL NOSTRO TERRITORIO 120
6.3 L'ASPETTO NORMATIVO 121
6.3.1 Linee guida per la progettazione, l'esecuzione e l'adeguamento degli impianti di illuminazione esterna 122

7 PROGETTO DIDATTICO SUL RISPARMIO ENERGETICO 139

7.1 IL LINGUAGGIO 140
7.2 GLI OBIETTIVI 141
7.3 GLI STRUMENTI PRODOTTI 141

8 ALLEGATI ALLA LINEA 1 145

8.1 ALLEGATO I – 1. SCHEMA RELAZIONE TECNICA SUL RISPETTO DELLE PRESCRIZIONI DELLA L. 10/91 145
8.2 ALLEGATO I – 2. INFORMATIVA DELL'ASSESSORE ALL'AMBIENTE A FAVORE DELL'UTILIZZO DI MATERIALI ECOCOMPATIBILI 152
8.3 ALLEGATO I – 3. FORNITURE ELETTRICHE COMUNE DI MASSA. GENNAIO 2007 153
8.4 ALLEGATO I – 4. IMPIANTI CHE NECESSITANO DI RIFASAMENTO AL GENNAIO 2007 169

LINEA 2 – FONTI RINNOVABILI 173

9 ANALISI DEL CONTESTO NORMATIVO E TECNICO 173

9.1 NORMATIVA GENERALE 173
9.1.1 L.R. 39 del 24/02/2005 "Disposizioni in materia di energia" 173
9.1.2 Energia eolica 175
9.1.3 Impianti fotovoltaici 176
9.1.4 Impianti a Biomasse 177
9.2 STRUMENTI DI INCENTIVO 179

9.2.1 Conto Energia 179
9.2.2 Certificati Verdi 183
9.2.3 Certificati Bianchi 187

10 LA DIFFUSIONE DELLE FONTI RINNOVABILI 190

10.1 ENERGIA EOLICA 190
10.1.1 Energia eolica in Europa 190
10.1.2 Energia eolica in Italia 190
10.2 IL FOTOVOLTAICO 191
10.2.1 Il fotovoltaico in Europa e nel mondo. 192
10.2.2 Il fotovoltaico in Italia 193
10.3 IL SOLARE TERMICO 194
10.3.1 Il solare termico in Europa e nel mondo 195
10.3.2 Il solare termico in Italia 195
10.4 AGGIORNAMENTO DEI DATI SULLA DIFFUSIONE DELLE FONTI RINNOVABILI 196
10.4.1 A livello mondiale 196
10.4.2 A livello nazionale 198

11 LE TECNOLOGIE 209

11.1 IMPIANTI EOLICI 209
11.1.1 Composizione di un impianto eolico 209
11.1.2 Il rotore 210
11.1.3 Il sistema frenante 210
11.1.4 La torre e le fondamenta 210
11.1.5 Il moltiplicatore di giri 210
11.1.6 Il sistema di controllo 211
11.1.7 La navicella e il sistema di imbardata 211
11.1.8 Scelta del sito e studio anemologico 212
11.2 MINI CENTRALI IDROELETTRICHE 215
11.2.1 Mini centrali idroelettriche nella Provincia e zone limitrofe 216
11.2.2 Individuazione e localizzazione degli interventi 217
11.2.3 Realizzazioni 220
11.2.4 Composizione di un impianto idroelettrico 220
11.2.5 Analisi delle autorizzazioni 221
11.2.6 Esempio di calcolo 222
11.3 IMPIANTI FOTOVOLTAICI 224
11.3.1 Scopo 226
11.3.2 Definizioni 226
11.3.3 Dimensionamento, prestazioni e garanzie 227
11.3.4 Caratteristiche massime dell'impianto 227
11.3.5 Verifica tecnico-funzionale 228
11.3.6 Documentazione 228

11.4 LE BIOMASSE 229
11.4.1 Definizione di biomasse 229
11.4.2 I vantaggi ambientali 231
11.4.3 Tipologie di biomasse legnose 233
11.4.4 I vantaggi economici 233
11.4.5 Le tipologie di caldaie a biomasse 235
11.4.6 Il potenziale disponibile nel Comune di Massa 247
11.5 INDIVIDUAZIONE DELLA LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI 252
11.5.1 Impianti eolici 252
11.5.2 Centrali minidrauliche 253
11.5.3 Impianti solari 254
11.5.4 Impianti a biomasse 255
11.6 IN SINTESI 256
11.7 ANALISI SWOT 257
11.7.1 Impianto eolico Monte Brugiana 257
11.7.2 Impianto eolico Zona litoranea 257
11.7.3 Impianto eolico Pian della Fioba 258
11.7.4 Impianto eolico Rifugio Nello Conti 258
11.7.5 Impianti miniidraulici asta fiume Frigido 259
11.7.6 Impianti miniidraulici affluenti del fiume Frigido 259
11.7.7 Impianto miniidraulico ex Cartiera di Canevara 260
11.7.8 Impianto minidraulico ex cartiera Santa Lucia 260
11.7.9 Impianti miniidraulici canale di irrigazione 261
11.7.10 Impianto minidraulico via dei Margini 261
12 PROGETTO PRELIMINARE MINICENTRALE IDRAULICA DENOMINATA "SANT'ANNA" 262
12.1 DESCRIZIONE DEL SITO E DELLE STRUTTURE ESISTENTI 263
12.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE NECESSARIE ALLA REALIZZAZIONE DELLA CENTRALE 264
12.2.1 Opera di presa 264
12.2.2 Canale di derivazione 264
12.2.3 Condotta forzata 264
12.2.4 Canale di scarico 264
12.2.5 Fabbricato della centrale 264
12.3 DESCRIZIONE DELLE APPARECCHIATURE NECESSARIE ALLA REALIZZAZIONE DELLA CENTRALE - MACCHINARIO ELETTROMECCANICO 265
12.3.1 Turbina/e 265
12.3.2 Generatori elettrici 265
12.3.3 Sistema di rifasamento 266
12.3.4 Trasformatore 266
12.3.5 Sistema elettrico di protezione, interruzione e sezionamento del gruppo 266
12.3.6 Quadro elettrico di manovra 267
12.3.7 Quadro elettrico di comando 267

12.3.8 Cabina di media tensione 267
12.3.9 Collegamento alla rete ENEL 267
12.3.10 Maglia di terra 268
12.3.11 Impianti luce ed FM 268
12.3.12 Impianto di illuminazione e sicurezza 268
12.4 SICUREZZA, IGIENE, SALUTE 269
12.4.1 Sicurezza 269
12.4.2 Igiene 269
12.4.3 Salute 269
12.5 IDROLOGIA 270
12.6 PRODUCIBILITÀ DELLA CENTRALE 270
12.7 BENEFICI AMBIENTALI 270
12.8 ALTRI SITI 271
12.9 ALLEGATI 272
13 PROGETTO IMPIANTO MICRO EOLICO PARCO RONCHI DI MASSA 273
13.1 RELAZIONE FUNZIONALE 274
13.2 CHIARIMENTI SPECIFICI SULL'INSTALLAZIONE STAND-ALONE PARCO DEI RONCHI. 274
13.3 PERCHÉ NON È CONNESSO IN RETE? 276
14 ENERGIE RINNOVABILI NELLE SCUOLE 277
15 DOPO IL RI.MA. 21 279
15.1 AGGIORNAMENTO/ADOZIONE DEL PIANO ENERGETICO COMUNALE 279
15.2 ELEMENTI DI EDILIZIA SOSTENIBILE E RISPARMIO ENERGETICO NEL REGOLAMENTO EDILIZIO COMUNALE 280
16 ALLEGATI ALLA LINEA 2 287
16.1 ALLEGATO II -1. PREVENTIVO DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DI REALIZZAZIONE DELLA CENTRALE DI SANT'ANNA 287
16.2 ALLEGATO II – 2. IDROLOGIA E CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ 288
16.3 ALLEGATO II – 3. REPORT FOTOGRAFICO RELATIVO AI SITI INDIVIDUATI 291

A cura di:

Comune di Massa

AGENDA XXI

"Assessore all'Ambiente, Infrastrutture e Manutenzione del territorio"

Ass. Giorgio Raffi

Coordinatore Agenda XXI del Comune.

Dott.ssa Maria Giorgi

Incaricati, Collaboratori e Gruppi di Lavoro:

Dott. Umberto Sarto.

Arch. Claudio Palandrani.

Prof. Silvano Soldano.

Ing. Flavio Bacci; Ing. Carlo Milani; P.to Luciano Scaramella.

Dott. Carlo Alberto Turato.

Geom. Antonio De Vita.

Gruppo di Lavoro "Risparmio Energetico" – Linea A: Prof. Pietro Baruffetti; Giuliano Crosilla; Gianni Giusti; Pietro Bongiorni; Rosanna Ceccarelli; Anna Pucci.

Gruppo di Lavoro "Risorse Rinnovabili" – Linea B: Ing. Lorenzo Melani; Dott. Gianni Volpini; Dott. Giovanni Morabito; Rino Aliboni; Renzo Fialdini; Mario Lodovici.

A cura di:

ambiente s.c.
ecologia industriale e igiene ambientale

Ringraziamenti

Un particolare ringraziamento al Prof. Silvano Soldano già Coordinatore Agenda XXI del Comune ed al Dott. Pier Luigi Berti. Responsabile del Procedimento di Agenda XXI del Comune.

Si ringraziano, inoltre, i numerosi soggetti che hanno contribuito al presente lavoro, fornendo dati e informazioni ed il Forum Agenda 21 Locale del Comune di Massa

1 INTRODUZIONE

AGOSTO 2004

Con la conclusione delle fasi strutturali del progetto RI.MA.21. (esso avrà un ulteriore svolgimento con la presentazione e la diffusione del materiale didattico presso le scuole cittadine) l'Amministrazione Comunale di Massa raggiunge un altro traguardo in quel percorso di Agenda 21 attivato cinque anni fa e sviluppatosi secondo tappe succedutesi in logica consequenzialità.

Si è trattato di un percorso quasi pionieristico all'interno del panorama nazionale di sviluppo delle Agende 21 Locali. Infatti il Comune di Massa è uno dei soggetti sottoscrittori di quella "Carta di Ferrara" che nel 1999 decretò il sorgere nel nostro paese del primo Coordinamento nazionale delle amministrazioni locali (solo poche decine allora) impegnate nell'attivazione dei percorsi di Agenda 21.

Da quel punto di partenza seguì nel nostro comune la redazione del "Rapporto sullo Stato dell'Ambiente", la costituzione del Forum cittadino, assai numeroso e composto dai rappresentanti di realtà collettive diverse per opinione e per interessi, a sua volta strutturato in vari gruppi di lavoro. Nell'anno seguente essi hanno definito il "Piano di Azione Locale" per la sostenibilità (2002), fornendo in questo modo all'Amministrazione Comunale uno strumento di pianificazione territoriale e rendendola tra le prime in Italia a potersene dotare. Cosa riconosciuta anche dal Ministero dell'Ambiente che ha premiato il percorso dell'Agenda 21 di Massa con il finanziamento del Progetto S.I..V.A.M.

Tale progetto "Sistema Informatico di Valutazione Ambientale di Massa" ha prodotto la definizione di centinaia di indicatori di qualità capaci di leggere il divenire ambientale del territorio.

Conseguentemente a questi risultati, nel 2003 la Regione Toscana ha cofinanziato il progetto RI.MA.21, unico progetto comunale capace di proporre una concretizzazione pratica dei processi di Agenda 21. Il progetto, Risorse per Massa nel 21° secolo, si pone infatti l'obiettivo di iniziare a porre rimedio alla "questione energetica" e alla conseguente emergenza relativa alle emissioni di gas inquinanti in atmosfera che rappresenta una delle problematiche ambientali più pressanti ed epocali. Il progetto individua così due percorsi paralleli di intervento: il risparmio energetico e lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili. Sono questi i due percorsi virtuosi ormai universalmente riconosciuti come inevitabilmente necessari nella concreta volontà di porre un argine e un rimedio agli alti livelli di inquinamento atmosferico, contemporaneamente locali e planetari, ormai insostenibili, come riconosciuto dalle maggiori istituzioni sovranazionali e definito nel protocollo di Kyoto.

Lo scenario del risparmio energetico viene previsto e sollecitato specificatamente nell'ambito degli edifici pubblici comunali (per dare anche un buon esempio ai cittadini) definendo una prima schedatura generale dei consumi negli edifici scolastici ed elaborando una certificazione energetica capace anche di indicare i possibili interventi necessari per ridurre i consumi.

Anche l'illuminazione pubblica diviene oggetto di una concreta proposta di risparmio energetico e riduzione dell'inquinamento luminoso.

Per quanto concerne le energie rinnovabili dopo un'analisi delle possibilità concrete offerte dal territorio si è deciso di impiantare un piccolo impianto eolico in zona costiera per verificare direttamente in loco la presenza di ventosità utilizzabile, si danno indicazioni su installazioni di impianti solari su edifici scolastici e nell'ambito delle strutture turistiche; ma si è ritenuto di dover concentrare particolarmente l'attenzione sulla possibilità di installare piccoli impianti idroelettrici lungo il corso del fiume Frigido.

Per quanto concerne gli approfondimenti di tali tematiche rimandiamo direttamente ai testi che seguono, ci limitiamo a considerare in conclusione l'ampiezza del lavoro di ricerca e proposta elaborato nei gruppi di lavoro, condotto secondo le modalità di analisi e condivisione specifiche dei processi di Agenda 21, sperando infine di avere prodotto un lavoro utile e valido nell'orientare nella dimensione della sostenibilità le future scelte e pratiche dell'Amministrazione Comunale, ma anche di quanti, cittadini, imprese, associazioni ecc. si dimostrino sensibili e coscienti della necessità di migliorare il nostro rapporto con l'ambiente non con generiche affermazioni di principio, ma con pratiche possibili.

Massa,.agosto 2004

IL COORDINATORE

(dott. Silvano Soldano)

GENNAIO 2007

Oggi più che mai le scelte ed i comportamenti in tema di produzione e consumo di energia rivestono grande importanza per il futuro dell'intera umanità.

E', infatti, oramai acclarato come l'aumento dell'effetto serra e dei mutamenti climatici trovi il proprio principale alimento nelle emissioni di anidride carbonica prodotte dalle centrali termoelettriche, dai consumi energetici civili e da quelli legati ai trasporti, dunque, in primo luogo, nel petrolio.

Occorre, pertanto, cercare di sostenere un nuovo modello di energia che abbia al centro le fonti rinnovabili, l'efficienza ed il risparmio energetico.

Su questa scia il presente volume, che illustra il progetto RI.MA 21, "Risorse rinnovabili e risparmio energetico nel Comune di Massa: azioni concrete per Agenda 21", vuole essere un momento di informazione, promozione, divulgazione sulle energie rinnovabili e sul risparmio energetico, nonché di confronto tra tutti i soggetti coinvolti, con l'obiettivo di potere contribuire a diffondere una cultura "energetico-ambientale" ed a sensibilizzare agli attuali scenari energetici ed alle loro possibilità operative.

Agenda XXI del Comune di Massa ha avviato il progetto RI.MA 21 nel settembre del 2003 con l'obiettivo di identificare azioni di risparmio energetico e di utilizzo delle fonti rinnovabili sul territorio comunale.

Una fase consistente di detto progetto è stata l'analisi del panorama legislativo, delle norme tecniche e di procedure consolidate per il risparmio energetico in edilizia e per l'utilizzo delle fonti rinnovabili.

Come già detto, i risultati del progetto sono stati riportati in una bozza di documento finale la cui stesura si è conclusa nell'estate del 2004.

Tuttavia, a seguito dell'entrata in vigore negli ultimi anni di disposizioni normative e tecniche di rilievo in materia di energia e di fonti energetiche rinnovabili, si è reso indispensabile, in vista della presentazione del progetto RI.MA 21 attraverso il Forum di Agenda XXI a tutta la cittadinanza, aggiornare i dati e completare l'analisi svolta, procedendo all'integrazione/aggiornamento del sopradetto documento finale.

Il presente volume, infatti, rispetto alla prima stesura riporta modifiche ed integrazioni di rilievo sotto il profilo sia normativo, sia operativo.

Ma l'energia ed il risparmio energetico riaffiorano quali note di fondo anche di altre buone prassi che Agenda XXI del Comune di Massa sta portando avanti per uno sviluppo sostenibile, espressione oramai entrata nel linguaggio comune, e che definisce un modello di società che deve assumere stili di vita, cultura d'impresa e comportamenti amministrativi compatibili con l'ambiente naturale.

Solo per ricordarne alcune.

Agenda XXI del Comune di Massa ha permesso l'installazione di impianti fotovoltaici su alcune delle scuole cittadine ed il recupero e ripristino della centrale idroelettrica presso i locali della ex Filanda di Forno.

Agenda XXI del Comune di Massa con la collaborazione di due nuovi Gruppi di Lavoro tematici sta avviando i processi per l'adozione del PEC - Piano Energetico Comunale e l'introduzione di elementi di risparmio energetico nel Regolamento Edilizio.

Agenda XXI del Comune di Massa ha aderito alla " Settimana nazionale dell'Educazione all'Energia Sostenibile ", strumento suggerito da UNESCO allo scopo di promuovere negli stati membri gli obiettivi del decennio dell'Educazione allo Sviluppo Sostenibile.

Agenda XXI del Comune di Massa sta operando all'interno del circuito della Rete delle Agende 21 Locali della Toscana per diffondere l'adozione di criteri ecologici e sociali negli acquisti all'interno della Pubblica Amministrazione– GPP- Green Public Procurement- tramite la realizzazione di una pubblicazione a carattere informativo e divulgativo che vada a costituire un archivio di documenti disponibili per tutti gli enti locali.

Agenda XXI del Comune di Massa è stata individuata da Enel Distribuzione tra i soggetti da coinvolgere nella campagna per la promozione del risparmio energetico sul territorio.

Agenda XXI del Comune di Massa è uno dei soggetti promotori del protocollo di intesa per la promozione degli acquisti verdi – GPP- nella Provincia di Massa Carrara.

Agenda XXI del Comune di Massa continua, dunque, nella propria azione di politica avanzata per la sostenibilità assumendo un ruolo sempre più da protagonista, nel e sul territorio, all'interno delle strategie del risparmio energetico e dell'energia rinnovabile.

Massa, gennaio 2007

Il Coordinatore di Agenda XXI del Comune di Massa

(Dott.ssa Maria Giorgi)

2 NOTA DELL'ASSESSORE ALL'AMBIENTE

Lo sviluppo del Progetto RI.MA. 21 è il risultato di importanti sinergie promosse sul nostro territorio grazie all'attivazione del percorso di Agenda 21 locale.

Esso nasce infatti dall'impegno congiunto, e volontario, di rappresentanti dell'Amministrazione comunale e di organismi privati che operano nella Città di Massa, con lo scopo esplicito di definire indirizzi comuni che, nell'interesse e a beneficio del nostro territorio, diano origine ad azioni concrete di sviluppo locale "sostenibile", di matrice sia pubblica che privata, nel rispetto delle competenze proprie di ciascuno.

L'attesa di un quadro legislativo di base più certo da assumere a fondamento di dette azioni ha evidentemente rallentato la tempistica inizialmente programmata per la diffusione dello studio condotto nell'ambito del progetto in argomento, avviato a partire dal settembre 2003.

Lo Studio RI.MA. 21 fornisce un compendio, nelle intenzioni il più possibile esaustivo, del panorama tecnico-normativo e dello stato dell'arte nel contesto locale. Due le linee di indirizzo su cui abbiamo deciso di focalizzare l'attenzione: risparmio energetico e fonti rinnovabili.

Ovviamente, i due temi sono strettamente correlati, non essendo a nostro parere possibile attendere risultati "durevoli" da una politica energetica che fissi obiettivi e individui azioni in uno solo dei due ambiti, come ampiamente sostenuto anche a livello internazionale ed europeo.

Pertanto, rispetto alla prima stesura (estate 2004), il presente documento contiene modifiche ed integrazioni di rilievo in entrambi gli ambiti, sia sotto il profilo normativo che sotto quello operativo.

In particolare, per quanto riguarda il primo tema le novità di maggiore rilievo sono costituite dal D.Lgs. n. 192/05, di recepimento della direttiva europea sul rendimento energetico nell'edilizia, norma che, seppur in attesa dell'adozione dei connessi regolamenti tecnici attuativi, introduce i certificati energetici per gli edifici, e dalla D.G.R. n. 322/05, norma regionale di approvazione delle istruzioni tecniche per la valutazione della qualità energetica ed ambientale degli edifici in Toscana, benché in fase di stand-by per la parte relativa alla certificazione energetica degli edifici, in attesa delle norme attuative nazionali.

Di rilievo assolutamente operativo, invece, la legge energetica regionale, la L.R. n. 39/05, e la D.G.R. n. 962/04 di approvazione delle linee guida per la realizzazione e l'adeguamento degli impianti di illuminazione esterna, a tutela dell'inquinamento luminoso proveniente da una eccessiva quantità di luce artificiale.

A quest'ultimo proposito, è evidente come il fenomeno di un uso irrazionale ed indiscriminato degli impianti di illuminazione, oltre a disturbare l'attività di astronomi ed astrofili, comporti un inutile dispendio energetico che, a sua volta, promuove un aggravio dell'inquinamento atmosferico, legato al fabbisogno energetico aggiuntivo e alla conseguente emissione di inquinanti, nonché un onere economico a carico dell'intera collettività.

Il rispetto delle norme tecniche stabilite dalla Regione Toscana agevola, dunque, l'attività delle Amministrazioni locali di progettazione, esecuzione e adeguamento degli impianti di illuminazione esterna.

Con riguardo alla seconda linea di indirizzo, dedicata all'approfondimento della produzione di energia (elettrica e/o termica) da fonti rinnovabili, emerge il D.Lgs. n. 387/03 (in vigore dal settembre 2005), da cui deriva il "conto energia", e il D.Lgs. n. 79/99, noto come "decreto Bersani" che, reso attuativo nel 2004, ha aperto le porte ai certificati verdi e bianchi.

Sotto l'aspetto operativo, il testo si arricchisce della tecnologia di produzione energetica alimentata a biomasse, con esclusivo riferimento alle biomasse legnose, vale a dire, agli scarti di materiali organici originati dalla potatura e dal taglio dei boschi.

Con l'avvertenza, preme sottolineare, che, se i benefici (di ordine economico e sociale, oltre che ambientale) originati dall'impiego delle biomasse legnose e forestali a fini energetici sono a tutto vantaggio delle aree collinari e montane, naturalmente dotate di biomasse, detto combustibile deve essere il prodotto di una corretta gestione del patrimonio presente: una gestione sostenibile, appunto.

A fronte dello scenario in continua evoluzione dei temi affrontati, lo studio che segue vuole essere un punto di partenza per un miglioramento continuo nella direzione sia del risparmio energetico che in quella dell'utilizzo sempre più spinto delle fonti non tradizionali nel nostro territorio.

Per quanto riguarda l'Amministrazione comunale, gli obiettivi che ci siamo assegnati per il futuro più prossimo riguardano, relativamente allo svolgimento dei propri compiti istituzionali: l'adozione del PEC - Piano Energetico Comunale, riprendendo anche in questo caso uno studio avviato in passato, già nel 1999, rimasto poi fermo in vista del nuovo Piano strutturale, e l'introduzione di elementi di risparmio energetico nel Regolamento edilizio.

Relativamente al primo punto, la scelta di portare in adozione il PEC, a seguito di un doveroso lavoro di aggiornamento preliminare, mira, non solo e non tanto, a rispondere agli obblighi previsti dalla L. n. 10/91 per tutti i Comuni con popolazione superiore a 50.000 ab., quanto a sostenere con vigore il carattere di pubblica utilità attribuito dalla stessa legge all'uso razionale delle risorse energetiche, nonché di pubblico interesse delle fonti rinnovabili, integrando pertanto la variabile "energia" all'interno degli strumenti di pianificazione territoriale, in direzione di uno sviluppo locale sostenibile.

Da qui, parlare di sostegno della "edilizia sostenibile" risulta immediato, recependo, per altro, ben precisi orientamenti regionali a proposito (discendenti dalla L.R. 1/05), alla cui diffusione il Comune di Massa partecipa già da qualche tempo, avendo collaborato al documento di "Integrazioni al Regolamento Edilizio Comunale vigente per l'Edilizia Sostenibile" predisposto dal Gruppo di Lavoro "Edilizia Sostenibile" della Rete delle Agende 21 locali della Toscana, della quale fa parte anche l'Agenda 21 di Massa.

Accanto a tali obiettivi, più propriamente legati al governo del territorio, l'Amministrazione intende adoperarsi per il contenimento dei consumi energetici e il consolidamento del ricorso a fonti energetiche rinnovabili negli edifici di proprietà e in uso, ma anche per la realizzazione di iniziative di sensibilizzazione e informazione sui temi in argomento rivolte sul territorio.

È evidente che, in ogni caso, l'Agenda 21 di Massa dovrà continuare ad avere un ruolo centrale, grazie all'impegno del suo Coordinatore e degli aderenti al Gruppo di lavoro "Energia", così come di quanti altri vorranno fornire il proprio contributo, fattivamente supportati dall' U.O. Tutela dall'inquinamento ed energia e assistiti, esternamente, dalla professionalità dei tecnici della Società ambiente s.c., soggetti tutti che colgo l'occasione di ringraziare per il lavoro sinora svolto.

Infine, mi preme annotare che la scelta di diffondere il presente documento e i relativi allegati tecnici e normativi in formato elettronico, su CD-Rom e mediante il sito web del Comune di Massa, risponde in fatto a scelte sostenibili di razionalizzazione delle risorse e riduzione dei consumi della nostra Amministrazione.

Massa, gennaio 2007

Assessore all'Ambiente

Infrastrutture e Manutenzione del Territorio

(Giorgio Raffi)

LINEA 1

RISPARMIO ENERGETICO

LINEA 1 – RISPARMIO ENERGETICO

Il presente documento costituisce l' "Analisi del contesto normativo e tecnico", così come previsto al punto 2.a del progetto "Risorse rinnovabili e risparmio energetico nel Comune di Massa: azioni concrete per Agenda 21".

In tal senso, il documento espone un quadro sintetico delle principali direttive europee e leggi italiane in tema di risparmio energetico in edilizia e di certificazione energetica.

Segue una trattazione delle norme tecniche, raccomandazioni per dare attuazione alle modalità previste dalla legislazione vigente.

Il documento espone, infine, alcune delle principali metodologie per la certificazione energetica degli edifici, sviluppate in Italia da istituti di ricerca ed università.

3 LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

La certificazione energetica degli edifici comprende dati di riferimento, quali i valori vigenti a norma di legge, che consentano ai consumatori di valutare e raffrontare il rendimento energetico dell'edificio. La certificazione consente di evidenziare le azioni da mettere in atto per il miglioramento del rendimento energetico dell'edificio.

Obiettivi della certificazione energetica degli edifici:

- migliorare la trasparenza del mercato immobiliare fornendo agli acquirenti ed ai locatari di immobili un'informazione oggettiva e trasparente delle caratteristiche (e delle spese) energetiche dell'immobile;
- informare e rendere coscienti i proprietari degli immobili del costo energetico legato alla conduzione del proprio "sistema edilizio" in modo da incoraggiare interventi migliorativi dell'efficienza energetica della propria abitazione.

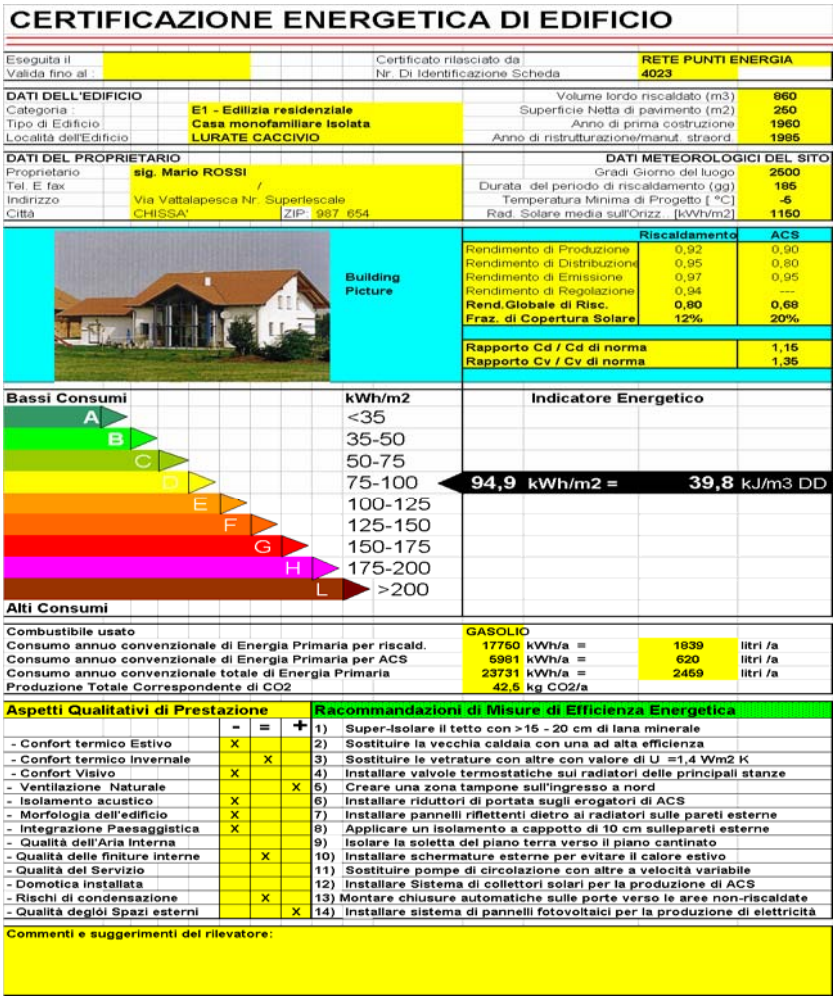
A chi può essere utile?

- a chi compra o affitta una casa e vuole sapere quanto spenderà per il riscaldamento, la produzione di acqua calda, il condizionamento d'aria, la ventilazione e l'illuminazione; a chi vende o affitta un appartamento e vuol sapere quanto vale l'appartamento;
- a chi affida il servizio di riscaldamento a terzi e vuol sapere quanto vale il servizio che dà in gestione;
- a chi ha l'impressione di spendere troppo per il riscaldamento, ma non sa cosa fare.

Informazioni di base per la certificazione energetica

- il Fabbisogno globale di energia necessario all'edificio per fornire i servizi energetici;
- il consumo specifico normalizzato che consenta di collocare l'edificio in una scala di comparazione;
- l'eventuale suddivisione fra i vari usi finali:
    - il riscaldamento ambientale (standardizzato a 20 °C secondo i dati dell'anno di riferimento del luogo);
    - il consumo di acqua calda (standardizzato secondo un consumo convenzionale di X m^3/persona giorno);
    - il condizionamento estivo;
    - i consumi elettrici per gli ausiliari;
- eventuale calcolo delle emissioni di CO2;
- una lista di misure di interventi migliorativi da allegare al certificato è facoltativa ma auspicabile.

Nello schema seguente è riportato un esempio di certificazione energetica del GRC di Ispra.



CERTIFICAZIONE ENERGETICA DI EDIFICIO

Eseguita il		Certificato rilasciato da	RETE PUNTI ENERGIA
Valida fino al :		Nr. Di Identificazione Scheda	4023

DATI DELL'EDIFICIO			
Categoria :	E1 - Edilizia residenziale	Volume lordo riscaldato (m3)	860
Tipo di Edificio	Casa monofamiliare isolata	Superficie Netta di pavimento (m2)	250
Località dell'Edificio	LURATE CACCIVIO	Anno di prima costruzione	1960
		Anno di ristrutturazione/manut. straord	1985

DATI DEL PROPRIETARIO		DATI METEOROLOGICI DEL SITO	
Proprietario	sig. Mario ROSSI	Gradi Giorno del luogo	2500
Tel. E fax	/	Durata del periodo di riscaldamento (gg)	185
Indirizzo	Via Vattalapesca Nr. Superlescale	Temperatura Minima di Progetto [°C]	-5
Città	CHISSA' ZIP: 987 654	Rad. Solare media sull'Orizz.. [kWh/m2]	1150

Building Picture

	Riscaldamento	ACS
Rendimento di Produzione	0,92	0,90
Rendimento di Distribuzione	0,95	0,80
Rendimento di Emissione	0,97	0,95
Rendimento di Regolazione	0,94	---
Rend.Globale di Risc.	0,80	0,68
Fraz. di Copertura Solare	12%	20%
Rapporto Cd / Cd di norma		1,15
Rapporto Cv / Cv di norma		1,35

Bassi Consumi	kWh/m2	Indicatore Energetico
A	<35	
B	35-50	
C	50-75	
D	75-100	94,9 kWh/m2 = 39,8 kJ/m3 DD
E	100-125	
F	125-150	
G	150-175	
H	175-200	
L	>200	
Alti Consumi		

Combustibile usato	GASOLIO		
Consumo annuo convenzionale di Energia Primaria per riscald.	17750 kWh/a =	1839	litri /a
Consumo annuo convenzionale di Energia Primaria per ACS	5981 kWh/a =	620	litri /a
Consumo annuo convenzionale totale di Energia Primaria	23731 kWh/a =	2459	litri /a
Produzione Totale Correspondente di CO2	42,5 kg CO2/a		

Aspetti Qualitativi di Prestazione	-	=	+
- Confort termico Estivo	X		
- Confort termico Invernale		X	
- Confort Visivo	X		
- Ventilazione Naturale			X
- Isolamento acustico	X		
- Morfologia dell'edificio	X		
- Integrazione Paesaggistica	X		
- Qualità dell'Aria Interna			
- Qualità delle finiture interne		X	
- Qualità del Servizio			
- Domotica installata			
- Rischi di condensazione		X	
- Qualità degli Spazi esterni			X

Racommandazioni di Misure di Efficienza Energetica	
1)	Super-Isolare il tetto con >15 - 20 cm di lana minerale
2)	Sostituire la vecchia caldaia con una ad alta efficienza
3)	Sostituire le vetrature con altre con valore di U =1,4 Wm2 K
4)	Installare valvole termostatiche sui radiatori delle principali stanze
5)	Creare una zona tampone sull'ingresso a nord
6)	Installare riduttori di portata sugli erogatori di ACS
7)	Installare pannelli riflettenti dietro ai radiatori sulle pareti esterne
8)	Applicare un isolamento a cappotto di 10 cm sullepareti esterne
9)	Isolare la soletta del piano terra verso il piano cantinato
10)	Installare schermature esterne per evitare il calore estivo
11)	Sostituire pompe di circolazione con altre a velocità variabile
12)	Installare Sistema di collettori solari per la produzione di ACS
13)	Montare chiusure automatiche sulle porte verso le aree non-riscaldate
14)	Installare sistema di pannelli fotovoltaici per la produzione di elettricità

Commenti e suggerimenti del rilevatore:

La certificazione è:

1. una "pagella" che informa il proprietario dell'immobile sul livello di consumo della sua casa o del suo appartamento e/o edificio;
2. consiste in una scheda che descrive le caratteristiche dell'edificio e un voto (ad esempio da 1 a 10) che indica l'efficienza energetica della casa e del suo impianto di riscaldamento.

Modalità differenti per effettuare la certificazione energetica:

a) certificazione come semplice attestazione del consumo energetico standardizzato più probabile ottenuta mediante metodo di calcolo di norma;

b) certificazione fatta mediante misura dell'effettivo consumo di energia durante un periodo di esercizio specifico;

c) certificazione come risultato di una DIAGNOSI ENERGETICA dell'edificio ossia di una procedura di analisi dettagliata, con misure e rilevamenti sul campo, che consente di determinare i vari flussi energetici, i malfunzionamenti, e le conseguenti misure di miglioramento possibili.

In particolare, la certificazione, intesa come al punto a, non pretende di fornire con esattezza il consumo di energia di un edificio. Essa indica un consumo standardizzato simile al consumo normalizzato delle automobili (ad es. i km per litro di benzina fatti in certe condizioni). Anche l'indicatore energetico della casa deve rappresentare una caratteristica del sistema edificio-impianto ed essere indipendente da:

- gli effetti del clima;
- dal modo di riscaldamento degli occupanti;
- dal loro comportamento;
- dai loro consumi di acqua calda;
- dal consumo di apparecchiature non fisse nella abitazione.

La base legislativa:

Legge 10/91	Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia. Istituisce la Certificazione Energetica degli edifici.
Direttiva 93/76/CEE del Consiglio (dir. SAVE)	Impone agli Stati membri di elaborare, attuare e comunicare i programmi per il rendimento energetico nel settore dell'edilizia.
Direttiva del Parlamento europeo CEE 16/12/2002 n. 2002/91/CE	Rendimento energetico in edilizia e certificazione energetica.
D.Lgs. 112/98	Trasferisce la Certificazione Energetica alle Regioni.
D.Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005	Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia
Delib. Cons. Reg. Toscana 18/01/2000 n. 1 – L.R. 45/97 Piano energetico regionale	Approvazione del Piano Energetico della Regione Toscana.
L.R. n. 39 del 24/02/2005	Disposizioni in materia di energia

La base normativa:

DPR n. 412 del 1993 e 551 del 1999	Norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia.
DPR n. 551 del 1999	Il DPR è volto a fornire precisazioni ed indicazioni inerenti l'installazione e la manutenzione dei generatori di calore.
Decreto Ministeriale del 13/12/1993	Approvazione dei modelli tipo per la compilazione della relazione tecnica di cui all'art. 28 della legge 9 gennaio 1991, n. 10, attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici.
D.M. 24/04/01	Certificati di efficienza energetica - Individuazione degli obiettivi quantitativi di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili così come previsto dal Decreto Legislativo 164/2000 e individuazione degli obiettivi quantitativi per l'incremento dell'efficienza energetica negli usi finali, così come previsto nel Decreto Legislativo 79/99.
Norme UNI-CTI	Norme per eseguire valutazioni delle prestazioni energetiche degli edifici, ad esempio: norme UNI-CTI 832, 10348, 10349, 10379, 10077, ecc.
D.G.R. n. 322 del 28/02/2005	Approvazione delle istruzioni tecniche denominate "Linee guida per la valutazione della qualità energetica ed ambientale degli edifici in Toscana" ai sensi dell'art. 37, comma 3 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 ed in attuazione dell'azione B.13 del P.R.A.A. 2004-2006
D.G.R. n. 218 del 03/04/2006	"Linee guida per la valutazione della qualità energetica ambientale degli edifici in Toscana". Modifica delibera G.R. 322/2005

Nei paragrafi successivi viene fatta una esposizione degli aspetti più significativi delle leggi e norme tecniche che fanno riferimento alla diagnosi e certificazione energetica degli edifici.

3.1 ANALISI DEL CONTESTO LEGISLATIVO

3.1.1 LEGGE N. 10 DEL 09/01/1991, "NORME PER L'ATTUAZIONE DEL PIANO ENERGETICO NAZIONALE IN MATERIA DI USO RAZIONALE DELL'ENERGIA, DI RISPARMIO ENERGETICO E DI SVILUPPO DELLE FONTI RINNOVABILI DI ENERGIA"

L'art. 26 della legge 10/91 definisce delle norme ben precise sul contenimento del consumo di energia negli edifici. Infatti, gli interventi di utilizzo delle fonti di energia rinnovabili in edifici ed impianti non sono soggetti ad autorizzazione specifica e sono assimilati a tutti gli effetti alla manutenzione straordinaria. L'installazione di impianti solari e di pompe di calore da parte di installatori qualificati, destinati unicamente alla produzione di acqua calda e di aria negli edifici esistenti e negli spazi liberi privati annessi, è considerata estensione dell'impianto idrico sanitario già in opera.

Gli impianti di riscaldamento al servizio di edifici di nuova costruzione devono essere progettati e realizzati in modo tale da consentire l'adozione di sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del calore per ogni singola unità immobiliare.

Negli edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico è fatto obbligo di soddisfare il fabbisogno energetico degli stessi favorendo il ricorso a fonti di energia rinnovabili o assimilate salvo impedimenti di natura tecnica o economica.

L'art. 28 della legge 10/91, riportato nel box seguente, prevede la predisposizione di una relazione da parte del proprietario dell'edificio, attestante il rispetto delle prescrizioni della legge 10/91.

Art. 28 - Relazione tecnica sul rispetto delle prescrizioni

1. Il proprietario dell'edificio, o chi ne ha titolo, deve depositare in comune, in doppia copia insieme alla denuncia dell'inizio dei lavori relativi alle opere di cui agli articoli 25 e 26, il progetto delle opere stesse corredate da una relazione tecnica, sottoscritta dal progettista o dai progettisti, che ne attesti la rispondenza alle prescrizioni della presente legge.
2. Nel caso in cui la denuncia e la documentazione di cui al comma 1 non sono state presentate al comune prima dell'inizio dei lavori, il sindaco, fatta salva la sanzione amministrativa di cui all'articolo 34, ordina la sospensione dei lavori sino al compimento del suddetto adempimento.
3. La documentazione di cui al comma 1 deve essere compilata secondo le modalità stabilite con proprio decreto dal Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato.
4. Una copia della documentazione di cui al comma 1 è conservata dal comune ai fini dei controlli e delle verifiche di cui all'articolo 33.
5. La seconda copia della documentazione di cui al comma 1, restituita dal comune con l'attestazione dell'avvenuto deposito, deve essere consegnata a cura del proprietario dell'edificio, o di chi ne ha titolo, al direttore dei lavori ovvero, nel caso l'esistenza di questi non sia prevista dalla legislazione vigente, all'esecutore dei lavori. Il direttore ovvero l'esecutore dei lavori sono responsabili della conservazione di tale documentazione in cantiere

La legge 10/91, inoltre, all'art. 30 prescrive che nei casi di compra-vendita o di locazione la certificazione energetica deve essere portata a conoscenza dell'acquirente o del locatario dell'unità immobiliare.

Art. 30. Certificazione energetica degli edifici

1. Entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge con decreto del Presidente della Repubblica, adottato previa deliberazione del Consiglio dei ministri, sentito il parere del Consiglio di Stato, su proposta del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentito il Ministro dei lavori pubblici e l'ENEA, sono emanate norme per la certificazione energetica degli edifici. Tale decreto individua tra l'altro i soggetti abilitati alla certificazione.
2. Nei casi di compravendita o di locazione il certificato di collaudo e la certificazione energetica devono essere portati a conoscenza dell'acquirente o del locatario dell'intero immobile o della singola unità immobiliare.
3. Il proprietario o il locatario possono richiedere al Comune ove è ubicato l'edificio la certificazione energetica dell'intero immobile o della singola unità immobiliare. Le spese relative di certificazione sono a carico del soggetto che ne fa richiesta.
4. L'attestato relativo alla certificazione energetica ha una validità temporale di cinque anni a partire dal momento del suo rilascio.

3.1.2 DIRETTIVA 2002/91/CE "RENDIMENTO ENERGETICO NELL'EDILIZIA"

Nel novembre 2000 la Comunità Europea constatava che:

- i trend attuale farà aumentare la dipendenza della UE dal 50 al 70% nel 2030;
- gli obbiettivi di riduzione dei Gas Serra al 2010 non saranno rispettati se non si interviene con azioni sul lato della Domanda;
- le precedenti azioni (v. Dir. SAVE) non hanno avuto l'impatto auspicato nei tempi previsti.

Da qui la necessità di una nuova Direttiva per accelerare le azioni di risparmio d'energia e ridurre le differenze fra i vari stati Membri.

Gli elementi principali della Direttiva 2002/91/CE, sul rendimento energetico nell'edilizia sono:

- comune metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici;
- definizione di standard minimi comuni da applicare agli edifici nuovi e ristrutturati;
- schemi di certificazione per edifici nuovi e ristrutturati sulla base dei nuovi standard, da esporre negli edifici pubblici;
- campagne di ispezione e controllo degli impianti termici.

Di seguito si riporta un abstract dagli articoli della direttiva.

Articolo 2

La certificazione si applica all'intero edificio terziario, e nel residenziale all'edificio o alle unità immobiliari singole.

Si parla di "Rendimento Energetico di un edificio" e non solo di consumo. Il rendimento può essere indicato con vari indicatori che tengono conto dell'isolamento, delle caratteristiche dell'impianto, degli apporti solari, etc.

Particolare attenzione è posta sugli impianti non solo tradizionali ma anche sulla cogenerazione e pompe di calore.

Articolo 3

Gli Stati membri adotteranno una metodologia di calcolo del rendimento energetico degli edifici secondo una procedura concordata. Tra gli indicatori potrà apparirne uno che quantizza le emissioni di CO2.

Osservazione: la definizione di Indicatori viene ulteriormente rimandata ad ulteriori future discussioni fra gli staff tecnici dei Paesi Membri.

Articolo 4

Gli standard di progetto dovranno definire le specifiche delle condizioni climatiche interne in relazione ai livelli di ventilazione.

Gli standard di prestazioni minime da rispettare dovranno essere riaggiornati ogni 5 anni, e se necessario, aggiornati in funzione dei progressi tecnici nel settore dell'edilizia.

Articolo 5

Gli Stati membri dovranno garantire che per gli edifici di nuova costruzione (>1000 m2) siano rispettati gli standard prestazionali, e sia valutata la fattibilità tecnica, ambientale ed economica di sistemi alternativi (cogenerazione, pompe di calore, ecc.) prima dell'inizio dei lavori di costruzione.

Articolo 6

Gli Stati membri dovranno garantire che anche gli edifici ristrutturati (>1000 m2) rispettino gli standard prestazionali con il limite di recupero degli addizionali costi per il risparmio di energia entro tempi ristretti.

Articolo 7

Durata massima dell'Attestato di Certificazione Energetica: 10 anni.

Deve permettere il confronto tra edifici dello stesso tipo.

L'Attestato degli edifici pubblici (>1000 m^2) dovrà essere esposto insieme con:

- le condizioni di clima interno richieste;
- la misura dei corrispondenti parametri climatici interni eseguita con opportuna strumentazione.

Articoli 8 e 9

Gli Stati membri debbono organizzare periodiche ispezioni degli impianti termici di potenza superiore a 20 kW.

Gli Stati Membri debbono organizzare periodiche ispezioni degli impianti di condizionamento dell'aria di potenza superiore a 12 kW.

Gli Stati Membri debbono garantire che le ispezioni siano eseguite da personale competente ed indipendente.

Vai al testo completo della Direttiva n. 2002/91/CE

3.1.3 D.LGS. N. 192 DEL 19/08/2005 "ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2002/91/CE RELATIVA AL RENDIMENTO ENERGETICO NELL'EDILIZIA"

La Direttiva 2002/91/CE è stata recepita in Italia attraverso il D.Lgs. 192/2005. Tale decreto segna una svolta storica nella legislazione italiana sul risparmio energetico negli edifici. Non a caso sono molti i tecnici del settore che lo hanno definito il primo vero provvedimento di risparmio energetico emanato in Italia.

Infatti, a seguito dell'entrata in vigore del D.Lgs. 192/2005, segnatamente l'8 ottobre 2005, è divenuta obbligatoria la *"certificazione energetica"* per gli edifici di nuova costruzione, oltre per quelli già esistenti soggetti a grosse ristrutturazioni edilizie (che superino i 1.000 m^2 di superficie).

In primo luogo preme sottolineare due delle definizioni contenute nell'art. 2 del decreto:

- La prestazione energetica, efficienza energetica ovvero il rendimento di un edificio,
- L'attestato di certificazione energetica o di rendimento energetico dell'edificio.

La prima definizione identifica *"la quantità di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio…."*, con la seconda *"il documento redatto nel rispetto delle norme contenute nel decreto, attestante la prestazione energetica ed eventualmente alcuni parametri energetici caratteristici dell'edificio"*.

Alcuni punti del decreto meritano di essere approfonditi.

Innanzitutto la tempistica di applicazione, che prevede all'art. 6 i tempi operativi per l'entrata in vigore degli obblighi attinenti la certificazione energetica: "*entro un anno dalla data di entrata in vigore del decreto, gli edifici di nuova costruzione e quelli di cui all'art. 3, comma 2, lett. a* (nel caso di ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro degli edifici esistenti di superficie utile superiore a 1.000 m^2, demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria di edifici esistenti di superficie utile superiore a 1000 m^2), *sono dotati … di un attestato di certificazione energetica …*".

Tale termine, scaduto l'8 ottobre 2006, prevedeva tre passaggi normativi:

1. entro 120 giorni dalla data di entrata in vigore del decreto dovranno essere adottati uno o più decreti di del Presidente della Repubblica in materia, tra l'altro di "criteri generali, di una metodologia di calcolo e di requisiti della prestazione energetica" (alt. 4, comma 1), e che valgono a fornire il quadro e i parametri tecnici di dettaglio per giungere a una qualificazione dell'efficienza energetica degli edifici.
2. entro 180 giorni dall'entrata in vigore del decreto dovranno essere predisposte dal Ministero delle Attività Produttive (di concerto con i ministeri dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, delle Infrastrutture e dei Trasporti, d'intesa con la Conferenza unificata, avvalendosi delle metodologie di calcolo definite con i decreti attuati di cui al punto 1) le *"Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici"* (sentito il CNCU, prevedendo anche metodi semplificati che minimizzino gli oneri), con l'evidente intendo di dotare gli operatori e gli stessi utenti del mercato immobiliare di criteri di certificazione energetica degli edifici uniformi e, quindi, paragonabili sull'intero territorio nazionale (art. 6, comma 9).
3. entro 180 giorni il Ministro delle Attività Produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, stabilirà con successivo decreto le modalità per la compilazione della documentazione progettuale di cui all'art. 28, comma 1, della legge 10/1991 (art. 8, comma 1).

Nelle more di adozione dei decreti attuativi suddetti, come previsto dalla stesso D.Lgs. 192/2005, si profila una disciplina transitoria. Infatti l'art. 11 stabilisce che, durante il periodo transitorio , *"il calcolo della prestazione energetica degli edifici nella climatizzazione invernale ed, in particolare, il fabbisogno annuo di energia primaria è disciplinato dalla L. 10/1991, come modificata dal presente decreto, dalle norme attuative e dalle disposizioni dell'allegato I"*.

Si palesa quindi un arco temporale durante il quale il calcolo della prestazione energetica andrà effettuato anche se non confluirà in un certificazione energetica vera e propria, identificandosi come uno strumento di prova del nuovo strumento, sulla base delle disposizioni tecniche al momento disponibili.

Edifici nuovi ed edifici oggetto di ristrutturazione

La delimitazione del campo di applicazione delle disposizioni del D.Lgs. 192/2005 riprendono la dicotomia presente nella L. 10/1991 tra nuovi edifici, per i quali gli adempimenti in materia di progettazione e certificazione energetica dell'efficienza è sempre necessaria, e gli edifici oggetto di ristrutturazione, per i quali è prevista un'applicazione graduale in relazione al tipo di intervento.

Per gli edifici oggetto di ristrutturazione è prevista la necessità di certificazione energetica dell'edificio o degli impianti:

- l'applicazione del 192/2005 riguarderà l'intero edificio qualora la ristrutturazione interessi una superficie utile superiore a 1.000 m^2, anche sotto forma di demolizione e ristrutturazione in manutenzione straordinaria;
- sarà limitata al solo ampliamento qualora questo risulti volumetricamente superiore al 20% dell'edificio esistente;
- sarà limitata al rispetto di specifici parametri, livelli prestazionali e prescrizioni qualora le ristrutturazioni e/o la manutenzione straordinaria dell'involucro edilizio si attestino al di sotto dei 1.000 m^2 o riguardino nuove installazioni di impianti termici o di sostituzione di generatori di calore.

Prescrizioni progettuali e procedimentali

L'art. 8 del D.Lgs. 192/2005 conferma il disposto della L. 10/1991, prevedendo la necessità di una relazione tecnica sul contenimento dei consumi di energia e i soggetti coinvolti negli adempimenti:

- il progettista per la predisposizione della perizia,
- il proprietario (o l'avente titolo alla trasformazione edilizia) per il relativo deposito presso il Comune al momento della denuncia inizio lavori.

Per quanto riguarda i contenuti e le modalità di compilazione, il D.Lgs. prevede appositi decreti attuativi (art. 4, comma 1 e art. 8).

La certificazione energetica

L'art 6, comma 1 del D.Lgs. 192/2005 stabilisce che "*entro un anno dall'entrata in vigore del presente decreto, gli edifici di nuova costruzione e quelli* […] [sottoposti a ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro e/o soggetti a demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria di edifici esistenti di superficie utile superiore a 1000 m^2], *sono dotati, al termine della costruzione medesima ed a cura del costruttore, di un attestato di certificazione energetica redatto secondo i criteri e le metodologie di cui all'art. 4, comma 1*" (decreti attuativi).

Il Decreto prevede inoltre l'aggiornamento del certificato emesso ogni 10 anni, e comunque, in occasione di "ogni intervento di ristrutturazione che modifica la prestazione energetica dell'edificio o dell'impianto".

In caso di vendita dell'edificio l'attestato di certificazione energetica è allegato all'atto di compravendita, pena la nullità del contratto, che può essere fatta valere dal solo compratore.

Il costruttore che omette di consegnare al proprietario l'originale del certificato incorre in una sanzione amministrativa pecuniaria.

Vai al testo completo del D.Lgs. n. 192 del 19/08/2005

3.1.4 LE FUTURE INTEGRAZIONI/MODIFICHE AL D.LGS. 192/2005

Il 6 ottobre 2006 il Consiglio dei Ministri ha approvato uno schema di decreto legislativo di correzione del D.Lgs. 192/2005 (entrato in vigore l'8 ottobre 2005). L'attuale provvedimento, che ora riceverà i pareri della Conferenza Stato-Regioni e delle Commissioni parlamentari competenti prima del varo definitivo, consente di recepire al meglio le normative dell'Unione Europea e di innalzare notevolmente l'efficienza energetica degli edifici favorendo anche l'utilizzo di fonti rinnovabili.

Obiettivi del nuovo decreto saranno:

- stabilire che gli edifici immessi nel mercato immobiliare dichiarino il proprio consumo energetico;
- prevedere tempi più stretti per adeguare le costruzioni ad efficaci livelli di isolamento termico e ridurre di un ulteriore 20% le dispersioni termiche entro il 2010 nei nuovi edifici;
- imporre che l'acqua domestica venga riscaldata con l'energia solare nei nuovi edifici;
- introdurre l'obbligo di protezioni solari esterne per i nuovi palazzi, riducendo il ricorso a condizionatori;
- introdurre nella pianificazione del territorio il parametro energetico.

Questo determinerà:

- riduzione dei consumi di energia con vantaggi economici per l'intero paese, per le imprese e per le famiglie;
- riduzione delle emissioni di anidride carbonica in linea con gli obiettivi di Kyoto;
- creazione di nuove opportunità di lavoro per le aziende esistenti e nuove possibilità per nuove imprese;
- stimolo all'innovazione tecnologica con vantaggi per la competitività internazionale dell'Italia.

Di seguito vengono riportate nel dettaglio le possibili previsioni di tale decreto.

Certificazione energetica degli edifici

Come previsto dal D.Lgs. 192/2005 gli edifici nuovi e quelli oggetto di compravendita dovranno essere muniti di un certificato che ne attesti la capacità di risparmio energetico.

La sostanziale differenza che verrà introdotta, a partire dal 1° luglio prossimo, sarà l'obbligo di certificazione energetica anche per i vecchi edifici (già esistenti o in fase di costruzione alla data di entrata in vigore del decreto 192 e cioè l'8 ottobre 2005), ma solo nel momento in cui vengono immessi sul mercato immobiliare.

L'entrata in vigore degli obblighi sarà graduale:

- a partire dal 1° luglio 2007 diventa obbligatoria la certificazione energetica per gli edifici superiori a 1000 metri quadrati, nel caso di compravendita dell'intero immobile.
- dal 1° luglio 2008 lo stesso obbligo scatta anche per gli edifici sotto i 1000 metri quadrati, sempre nel caso di compravendita dell'intero immobile.
- dal 1° luglio 2009, invece, l'attestato di efficienza energetica diventa obbligatorio anche per la compravendita del singolo appartamento.

Inoltre, a partire dal 1° gennaio 2007 il certificato energetico sarà una condizione indispensabile per ottenere le agevolazioni fiscali per ristrutturare gli edifici in funzione di una maggiore efficienza energetica.

La gradualità proposta per l'entrata in vigore della disposizione consentirà la messa a punto e la verifica delle procedure ed un progressivo ed ordinato adeguamento del mercato immobiliare. Entro pochi mesi dall'approvazione della presente disposizione normativa, un decreto ministeriale individuerà le linee guida per i criteri di certificazione.

Il decreto 192 prevedeva un'entrata in vigore differita all'8 ottobre 2006 dell'obbligo di certificazione energetica e rinviava a successivi decreti attuativi (DPR) la definizione di linee guida ad oggi ancora non emanate.

Comunque, la mancata definizione delle linee guida per la certificazione non potrà creare incertezza nel mercato edilizio perché gli edifici per i quali è stata richiesta la concessione edilizia dopo l'entrata in vigore del decreto 192 saranno nella maggior parte dei casi completati quando le linee guida saranno pronte e perché l'attuale schema di decreto provvede a fissare una disciplina transitoria in base alla quale fino a quando le linee guida non saranno emanate e rese operative la certificazione energetica (che secondo il decreto 192 deve essere fatta da soggetti terzi) potrà essere sostituita da un attestato di qualificazione fatto dal progettista dell'edificio o dal direttore dei lavori.

Questi i possibili effetti positivi del futuro decreto:

- le integrazioni introdotte renderanno il D.Lgs. 192/2005 più conforme alle disposizioni della direttiva europea 2002/91/CE, consentendo all'Italia di evitare il possibile rinvio alla Corte di Giustizia europea e eventuali sanzioni economiche;
- spinta del mercato immobiliare verso l'acquisto di edifici a basso consumo di energia;
- riduzione della bolletta energetica delle famiglie;
- sviluppo dell'industria delle costruzioni, dei relativi componenti e del settore dei servizi;
- sviluppo occupazionale.

Dispersioni termiche negli edifici

Il nuovo decreto anticiperà al 1° gennaio 2008 i livelli di isolamento termico previsti per il 1° gennaio 2009. Viene introdotto poi un livello di isolamento molto più incisivo dal 1° gennaio 2010 che garantirà entro 3 anni la riduzione dei fabbisogni termici dei nuovi edifici del 20-25% rispetto ad oggi.

Solare obbligatorio nelle nuove case

In tutti i nuovi edifici sarà previsto l'obbligo del solare termico per il riscaldamento dell'acqua sanitaria, per una percentuale almeno del 50% del fabbisogno di acqua calda. Per i nuovi edifici è previsto, inoltre, l'obbligo di un impianto fotovoltaico la cui potenza sarà definita in un apposito decreto ministeriale. Qualora si contravvenga a tali obblighi è necessario darne motivazione con una relazione tecnica.

In questo modo si creerà un mercato di 400-500.000 metri quadrati di pannelli solari l'anno entro il 2009, si ridurranno i consumi energetici, verrà favorita la crescita di una industria italiana del solare, progettisti e costruttori si sentiranno stimolati a realizzare edifici con un'integrazione architettonica degli impianti solari.

Caldaie più efficienti

Sarà previsto un percorso procedurale agevolato per l'utilizzo di caldaie ad alta efficienza nelle zone climatiche più fredde al posto dei vecchi impianti di riscaldamento, con conseguente risparmio energetico e forte impulso all'industria nazionale di settore.

Protezione solare

Per gli immobili nuovi e nel caso di ristrutturazioni di edifici di superficie utile superiore a 1000 m^2 sarà obbligatoria la presenza di sistemi schermanti esterni. Ciò permetterà di contenere la diffusione del condizionamento e, di conseguenza, dei consumi elettrici nel periodo estivo.

Piani urbanistici

Le Regioni saranno tenute a considerare, fra gli strumenti di pianificazione ed urbanistici di competenza, le soluzioni necessarie all'uso razionale dell'energia e all'uso di fonti energetiche rinnovabili, con indicazioni anche in ordine all'orientamento e alla conformazione degli edifici da realizzare per massimizzare lo sfruttamento della radiazione solare.

La cura per l'ambiente e il risparmio energetico diventerà così centrale nella pianificazione del territorio con tutti i benefici in termini ambientali e di riduzione dei consumi.

3.1.5 D.C.R. N 1 DEL 18/01/2000 "L.R. N. 45 DEL 27/06/1997, PIANO ENERGETICO REGIONE TOSCANA"

Il Piano Energetico Regionale (PER) si prefigge una riduzione delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera dell'ordine di circa 10 milioni di tonnellate all'anno, 3 milioni in più di quanto spetterebbe alla Toscana sulla base della percentuale di Kyoto e del peso del suo sistema socio-produttivo nel sistema nazionale. Il piano, redatto seguendo le priorità stabilite dalla L.R. 45 del 27/06/1997, favorisce e promuove l'uso di fonti rinnovabili e la loro integrazione con le attività produttive e urbane del tessuto socio-economico regionale.

Con l'attuazione del piano si prevede lo sviluppo e la diffusione delle fonti rinnovabili, la cogenerazione con gas metano, la produzione energetica derivante da rifiuti o sottoprodotti del loro trattamento.

Dal lato dei consumi, si prevedono iniziative di razionalizzazione e di riduzione, attraverso il contenimento della domanda di energia e un'utilizzazione più efficiente di quest'ultima.

Il piano regionale prevede, tra l'altro, che l'energia eolica abbia entro il 2010 un incremento di 300 megawatt, corrispondente ad una riduzione di CO^2 in atmosfera di 420mila tonnellate l'anno, e individua in Toscana 92 possibili aree eoliche.

La meta da raggiungere prevede di arrivare, entro il 2010, a:

- un risparmio energetico di 3.3 Mtep, pari al 28% dell'intero consumo regionale;
- un incremento della potenza elettrica istallata di circa 1.600 MW dei quali oltre 1.000 da fonti rinnovabili e assimilate (in Toscana il 23 per cento dell'energia prodotta viene già da fonti rinnovabili, idroelettrico e geotermoelettico in particolare).
- Ulteriori obiettivi, non trascurabili, dal piano sono:
- la realizzazione di politiche di sviluppo socio-economico delle aree interessate dagli interventi, con particolare riflesso sui livelli occupazionali, in modo da rispondere in parte agli obiettivi individuati dal patto sociale per lo sviluppo e l'occupazione firmato presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri il 22/12/1998;

- la crescita e la competitività dell'industria nazionale del settore con particolare riferimento alla piccola e media impresa, con ampie possibilità in termini di indotto e di valorizzazione delle risorse locali.

GLI STRUMENTI DEL PER

La volontà di perseguire gli obiettivi del piano è sostanziata da specifiche norme comunitarie e nazionali le quali prevedono l'incentivazione agli investimenti nel settore delle fonti energetiche rinnovabili da parte delle Regioni attraverso contributi in conto capitale provenienti da fondi comunitari (Fesr e Feoga), da fondi nazionali (carbon tax) e attraverso fondi regionali (1% accisa sulla benzina D.Lgs 112/98).

E' accolto e utilizzato lo strumento degli accordi volontari proposto dal Consiglio dei Ministri dei Paesi dell'Unione Europea competenti in materia energetica nella seduta dell'11.05.98 e ribadito dal Patto Generale per l'Energia e l'Ambiente del Novembre 1998, come strumento di politica ambientale anche al fine di:

- cogliere e sfruttare al meglio le capacità di azione e le risorse esistenti nel sistema economico per il raggiungimento di obiettivi di sviluppo, sulla base di azioni concordate e dimensionate sulle potenzialità di intervento reali dei soggetti coinvolti a condizioni date;
- cogliere e sfruttare le specificità locali dei sistemi territoriali coinvolti, con una migliore aderenza delle soluzioni alle problematiche peculiari e, di conseguenza, l'ottimizzazione dell'azione rispetto a obiettivi determinati, misurati e adattati alle reali necessità;
- instaurare un rapporto di collaborazione più stabile e su base consensuale tra attori pubblici ed economici, aumentando il grado di accettabilità sociale degli interventi da realizzare;
- favorire e promuovere politiche di concertazione permanente tra i vari soggetti coinvolti al fine di perseguire il maggior grado di efficienza e di efficacia nell'esercizio delle rispettive funzioni nel rispetto dei principi di sussidiarietà, adeguatezza, trasparenza e differenziazione, in un quadro di rinnovata reciprocità e coerenza globale;
- garantire la realizzazione degli interventi anche attraverso il sostegno pubblico sia in termini economico-finanziari sia attraverso il superamento delle barriere territoriali e amministrative che possono ostacolare le realizzazioni impiantistiche.

Vai al testo completo del Piano Energetico Regionale approvato con D.C.R. n. 1 del 18/01/2000

3.1.6 L.R. N. 39 DEL 24/02/2005 "DISPOSIZIONI IN MATERIA DI ENERGIA"

La L.R. 39 del 24/02/2005, "Disposizioni in materia di energia", la prima legge in Italia che recepisce le nuove competenze regionali nel settore previste dalla modifica del Titolo V, in concomitanza con l'entrata in vigore del Protocollo di Kyoto.

La Regione Toscana, attraverso l'adozione della L.R. 39/2005 ha onorato gli obblighi del trattato internazionale e assunto un forte impegno per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra.

Le disposizioni della L.R. n. 39/2005 ridisegnano l'intero settore e introducono importanti strumenti di efficienza energetica, destinati a promuovere un sistema energetico sostenibile.

La legge detta la disciplina delle attività in materia di produzione, trasporto, trasmissione, stoccaggio, distribuzione, fornitura e uso dell'energia.

In base alle indicazioni dell'art. 2, le finalità della legge sono:

- soddisfare le esigenze energetiche della Regione, sulla base di criteri di ecoefficienza economica e di concorrenza;
- compatibilità con l'ambiente e la salute, in un ottica di sviluppo sostenibile;
- razionalizzazione della produzione energetica;
- razionalizzazione degli usi energetici;
- promozione delle fonti rinnovabili;
- riduzione della dipendenza dalle fonti fossili e incentivazione delle risorse locali;
- armonizzazione delle infrastrutture con paesaggio e territorio antropizzato;
- prevenzione e riduzione dell'inquinamento luminoso.

In questa sede preme analizzare in specie due articoli della Legge Regionale, relativi al Piano di Indirizzo energetico regionale (artt. 6 e 7) e al Rendimento energetico degli edifici (art. 23).

Art. 6. Piano di indirizzo energetico regionale (PIER)

1. Il PIER, sulla base degli indirizzi del programma regionale di sviluppo (PRS), definisce le scelte fondamentali della programmazione energetica.

2. Il PIER, elaborato nel rispetto dell'articolo 10 della legge regionale 11 agosto 1999, n. 49 (Norme in materia di programmazione regionale), individua le azioni necessarie per il raggiungimento delle finalità di cui all'articolo 2 e, a tal scopo, sulla base delle esigenze delle persone e delle imprese, della salvaguardia dell'ambiente e tenendo conto delle prospettive del mercato, definisce in particolare:

a) i fabbisogni energetici stimati e le relative dotazioni infrastrutturali necessarie;
b) gli obiettivi di risparmio energetico ed efficienza energetica negli usi finali;
c) gli obiettivi di sviluppo delle fonti rinnovabili;

d) gli obiettivi di diversificazione delle fonti energetiche e di riduzione della dipendenza dalle fonti fossili;

e) gli obiettivi di qualità dei servizi energetici;

f) gli obiettivi di sviluppo delle reti energetiche, tenuto conto dei programmi pluriennali che i soggetti operanti nella distribuzione, trasmissione e trasporto di energia presentano;

g) gli indirizzi e le linee guida per la prevenzione dell'inquinamento luminoso;

h) le azioni per la soddisfazione dei fabbisogni ed il raggiungimento degli obiettivi di cui al presente comma e le risorse necessarie.

3. Le previsioni finanziarie del PIER operano nei limiti ed in conformità con le previsioni del bilancio pluriennale.

4. Il PIER è soggetto, nella fase di elaborazione, a valutazione integrata sotto il profilo ambientale, territoriale, sociale, economico e degli effetti sulla salute umana secondo modalità e procedure definite dalla normativa regionale in materia di programmazione.

5. La Giunta regionale predispone la proposta di PIER, assicurando il confronto con i soggetti istituzionali e le parti sociali, con le modalità previste dall'articolo 15 della l.r. 49/1999.

6. Il PIER è approvato con deliberazione del Consiglio regionale e trasmesso al Ministero per le attività produttive e all'Autorità per l'energia elettrica e il gas.

7. Il PIER dispone di norma per periodi corrispondenti a quelli del PRS, ma può essere soggetto ad aggiornamento durante il suo periodo di validità, anche con riferimento a singole parti, qualora la Giunta regionale valuti sia necessaria una modifica dei suoi contenuti essenziali.

Art. 7. Attuazione, monitoraggio e valutazione del PIER

1. Il PIER viene attuato con deliberazioni della Giunta regionale che, nel rispetto delle procedure di cui all'articolo 15 della L.R. 49/1999, annualmente specificano gli obiettivi operativi, individuano le modalità di intervento e definiscono il quadro finanziario sulla base del bilancio di previsione.

2. La Giunta regionale presenta annualmente al Consiglio un documento di monitoraggio e valutazione che descrive il quadro conoscitivo del sistema energetico regionale e i risultati dell'attuazione delle politiche in materia di energia, sulla base delle attività, delle scadenze temporali, dei risultati attesi e dei relativi indicatori di efficienza ed efficacia previsti dal PIER e dai suoi provvedimenti attuativi.

I contenuti, gli obiettivi e lo stato di approvazione del PIER verranno analizzati nel paragrafo successivo.

Art. 23. Rendimento energetico degli edifici

1. Le nuove edificazioni e le ristrutturazioni delle unità immobiliari sono progettate e messe in opera in modo tale da contenere, in relazione al progresso della tecnica ed in modo efficiente sotto il profilo dei costi, le necessità di consumo di energia, nel rispetto dei requisiti minimi fissati con il regolamento di cui al comma 7, in attuazione della direttiva 2002/91/CE del 16 dicembre 2002 (Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio sul rendimento energetico nell'edilizia).

2. Per i nuovi edifici o ristrutturazioni urbanistiche vi è obbligo di installazione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria pari almeno al 50 per cento del fabbisogno annuale, fatto salvo documentati impedimenti tecnici.

[…]

5. Ai fini di cui al comma 1 i progetti sono accompagnati da un'attestazione tecnica di rendimento energetico determinata con le modalità stabilite dal regolamento di cui al comma 7, tenuto conto delle norme tecniche definite nel rispetto dei principi nazionali e dell'Unione europea in materia di norme e specifiche tecniche dei prodotti e dei processi. L'attestazione tecnica di rendimento energetico può essere rilasciata anche per interi edifici o per aree residenziali di nuova edificazione o in ristrutturazione complessiva. In questi casi la progettazione deve prevedere, laddove possibile, forme innovative e centralizzate per la copertura dei fabbisogni energetici dell'edificio o dell'area e l'attestazione tecnica ha validità anche per le singole unità immobiliari.

6. Fatti salvi i casi di esclusione individuati con il regolamento di cui al comma 7, gli atti di compravendita e locazione dell'unità immobiliare sono accompagnati da una certificazione energetica della stessa, in attuazione della dir. 2002/91/CE.

7. Con regolamento, entro diciotto mesi dalla entrata in vigore della presente legge, vengono emanate norme di recepimento della dir. 2002/91/CE e individuate modalità e tempi di applicazione delle disposizioni di cui ai commi 5 e 6, definiti requisiti minimi di rendimento, modalità della attestazione di cui al comma 5 e della certificazione di cui al comma 6, professionisti abilitati alla attestazione e certificazione energetica dell'unità immobiliare, casi di esclusione e individuate norme e criteri tecnici di riferimento.

8. Nel caso in cui, ultimato un intervento di nuova edificazione o ristrutturazione, venga accertato il non rispetto dei requisiti minimi di rendimento energetico il proprietario dell'unità immobiliare è punito con una sanzione amministrativa in misura non inferiore al 5 per cento e non superiore al 30 per cento del costo dell'intervento, determinato a cura dell'ufficio tecnico comunale.

Il comune irroga la sanzione e ordina al proprietario le modifiche necessarie per adeguare l'unità immobiliare ai requisiti minimi fissando un termine. Nel caso di inosservanza del termine la sanzione è raddoppiata.

9. Nel caso di esecuzione di opere in difformità con l'attestazione tecnica di cui al comma 5 ma nel rispetto dei requisiti minimi di rendimento energetico, si applicano le procedure e le sanzioni previste dalla l.r. 1/2005 per le opere eseguite in difformità dalla denuncia di inizio dell'attività.

10. Il venditore che omette di allegare al contratto di compravendita la certificazione energetica di cui al comma 6 è soggetto ad una sanzione amministrativa non inferiore allo 0,5 per mille e non superiore al 3 per mille del valore venale dell'unità immobiliare, determinato a cura dell'ufficio tecnico comunale.

11. Il locatore che omette di allegare al contratto di locazione la certificazione energetica di cui al comma 6 è soggetto ad una sanzione amministrativa non inferiore allo 0,2 per mille e non superiore al 2 per mille del valore venale dell'unità immobiliare, determinato a cura dell'ufficio tecnico comunale.

12. Il professionista che rilascia una certificazione energetica non veritiera o dichiara un impedimento alla installazione dell'impianto solare termico non veritiero è soggetto ad una sanzione amministrativa non inferiore allo 0,5 per mille e non superiore al 3 per mille del valore venale dell'unità immobiliare, determinato

Tale articolo ha anticipato l'Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia, avvenuta in Italia con il D.Lgs. n. 192 del 19/08/2005, analizzato nei paragrafi precedenti. Sulla base dell'art. 117 della Costituzione la competenza in materia di energia è delle Regioni, quindi il recepimento della 2002/91/CE avrebbe dovuto essere attuato a livello regionale.

Dato il ritardo regionale, solo due regioni su 20, una delle quali è stata proprio la Toscana, il Governo si è visto costretto all'adozione centrale della direttiva, al fine di evitare di ricorre in sanzioni.

Il Regolamento attuativo dell'art. 23 della L.R. 39/2005, come specificato dal comma 7, non è mai stato attuato, in attesa di una più chiara definizione dei contenuti a livello nazionale.

Vai al testo completo della L.R. n. 39 del 24/02/2005

3.1.7 *La proposta del nuovo Piano di Indirizzo Energetico Regionale (P.I.E.R.)*

A cinque anni dall'entrata in vigore del Piano Energetico Regionale, la Giunta Regionale Toscana, su proposta dell'allora assessore all'ambiente Tommaso Franci, nella seduta del 10 gennaio 2005, ha approvato il Piano di Indirizzo Energetico Regionale (PIER), tutt'oggi in attesa dell'esame da parte del Consiglio.

Le motivazioni alla base della scelta di superare il vecchio P.E.R. sono state indicate in particolari eventi/situazioni intervenuti, sia a livello nazionale che internazionale, nel periodo successivo all'entrata in vigore del Piano Energetico attuale, tra cui:

a) la Legge Costituzionale n. 3 del 18/10/01, *"Modifica del Titolo V della Parte seconda della Costituzione"*, attraverso la quale sono stati assegnati nuovi compiti e funzioni alle regioni. In particolare, tra le materie di legislazione concorrente, è stata inserita la *"produzione, trasporto e distribuzione nazionale dell'energia"*, il *"governo del territorio"*, la *"ricerca scientifica e tecnologica e sostegno all'innovazione per i settori produttivi"* e la *"valorizzazione dei beni culturali e ambientali"*.

b) l'entrata in vigore del protocollo di Kyoto, a seguito della ratifica da parte della Russia, che ha reso più stretto il nesso tra energia e ambiente.

c) l'andamento del mercato energetico internazionale, caratterizzato da una nuova crisi del mercato petrolifero, ha determinato un sempre maggiore interesse economico degli investimenti per una migliore efficienza dei sistemi energetici e per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili.

d) il passaggio ad un mercato energetico di tipo concorrenziale, grazie all'emanazione dei D.Lgs. 79/99 e 164/00 che hanno recepito a livello nazionale le direttive comunitarie sulla liberalizzazione dei mercati dell'energia elettrica e del gas.

Nelle intenzioni della Giunta regionale il P.I.E.R. dovrà assumere l'obiettivo di orientare il sistema energetico regionale verso l'autosufficienza, attraverso lo sviluppo di tre linee d'azione principali:

I. *Stabilizzazione del consumo di energia e miglioramento dell'efficienza dei sistemi di utilizzo finale.*

La principale novità introdotta nel PIER sarà lo sviluppo di una nuova politica della domanda tale da superare la considerazione generale secondo la quale, il progressivo aumento dei consumi energetici, è una variabile indipendente su cui è impossibile intervenire.

In tale ottica obiettivo prioritario della programmazione regionale risulta *stabilizzare i livelli regionali di consumo di energia entro il 2012*, in specie attivando specifiche politiche e specifici strumenti, tra cui la costituzione della R.E.A. S.p.A. (Regional Energy Agency), con funzione di:

- acquisizione, gestione e organizzazione dei dati energetici georeferenziati,
- assistenza alla predisposizione dei provvedimenti attuativi del P.I.E.R.,
- assistenza ad Enti locali e aziende per investimenti/iniziative in campo energetico,
- diffusione di informazioni,
- realizzazione di iniziative formative.

In tal senso opera anche la nuova legge regionale sul governo del territorio (L.R. 1/2005), in specie in termini di valutazione energetica preventiva alla realizzazione di nuovi edifici.

II. Sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili. Obiettivo previsto dal Piano è quello di arrivare, entro il 2012, a coprire il 20% dei fabbisogni energetici con fonti rinnovabili e i consumi di energia elettrica per il 50%.

Le strategie e gli strumenti individuati confermano quanto già assunto dal P.E.R., opportunamente integrati alla luce delle nuove conoscenze e opportunità economiche. Le fonti rinnovabili su cui puntare per raggiungere i nuovi obiettivi saranno le biomasse, il solare fotovoltaico, l'idroelettrico e l'eolico.

III. Aumento dell'efficienza energetica e ambientale nell'uso dei combustibili fossili. Le azioni da intraprendere per il miglioramento dell'efficienza, e il raggiungimento dell'autosufficienza energetica regionale individuate sono:

- miglioramento del rendimento delle centrali elettriche esistenti, incentivando la cogenerazione,
- aumento del rendimento termico ed elettrico dei settore residenziale e terziario,

- utilizzo delle frazioni di rifiuti opportunamente selezionate per la produzione di energia,
- ottimizzazione dell'efficienza energetica dei trasporti, in specie attraverso la diffusioni di veicoli a metano e GPL.

Sempre a tal fine, particolare importanza strategica sarà la realizzazione di infrastrutture per l'approvvigionamento regionale di metano.

Nella proposta di P.I.E.R. vengono assunti, in alcuni settori, nuovi obiettivi rispetto a quelli indicati dal P.E.R. da raggiungere entro il 2012, una volta messi in opera gli strumenti previsti.

I nuovi obiettivi si basano sulla valutazione dello stato di attuazione del P.E.R. e sull'individuazione di nuove possibilità di sviluppo, tecnologiche e legislative, successive all'adozione.

Figura 1. Nuovi obiettivi P.I.E.R. al 2012 e confronto con il P.E.R.

PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI	OBIETTIVI PER (MW)	OBIETTIVI PIER (MW)
Solare fotovoltaico	6	45
Eolico	300	330
Biomasse	92	180
Idroelettrico	70	100

Fonte: Regione Toscana, P.I.E.R. – Proposta della Giunta Regionale, Par. 3.5 "Azioni per il sistema elettrico"

Il nuovo obiettivo relativo al solare fotovoltaico è stato di gran lunga aumentato (da 6 MW a 45 MW) in quanto nel corso del biennio 2002-2003 grazie ai programmi promozionali della Regione e del Ministero dell'ambiente l'obiettivo del P.E.R. era stato raggiunto già all'80%.

L'obiettivo per l'eolico è stato incrementato a seguito della prevista uscita di una nuova legge regionale (L.R. 39/2005), che liberalizzerà la realizzazione di impianti di potenza fino a 5 kW, e imporrà la sola dichiarazione di inizio attività per quelli da 5 a 50 kW.

L'importanza del settore delle biomasse per la Regione Toscana e l'impegno ad investire la maggior parte delle risorse in tal senso, risulta evidente dal raddoppio dell'obiettivo del P.E.R.

Il nuovo obiettivo pari a 100 MW è stato stabilito a seguito del raggiungimento degli obiettivi attuali (70 MW).

Vai al testo completo della Proposta di Piano di Indirizzo Energetico Regionale

3.2 ANALISI DELLE NORME TECNICHE

3.2.1 *D.P.R. N. 412 DEL 26/08/1993 "REGOLAMENTO RECANTE NORME PER LA PROGETTAZIONE, L'INSTALLAZIONE, L'ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI TERMICI DEGLI EDIFICI AI FINI DEL CONTENIMENTO DEI CONSUMI DI ENERGIA, IN ATTUAZIONE DELL'ART. 4, COMMA 4 DELLA L. N. 10/1991"*

L'art. 8 del DPR 412/93 dà importanti riferimenti ai fini della certificazione energetica degli edifici.

Il decreto definisce il termine "fabbisogno energetico convenzionale per la climatizzazione invernale", inteso come la quantità di energia primaria globalmente richiesta, nel corso di un anno, per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura al valore costante di 20°C con un adeguato ricambio d'aria durante una stagione di riscaldamento il cui periodo è convenzionalmente fissato, in base alle zone climatiche.

Il "fabbisogno energetico normalizzato per la climatizzazione invernale" (FEN) è il fabbisogno energetico convenzionale diviso per il volume riscaldato e i gradi giorno della località. L'unità di misura utilizzata è il kJ/m^3 *GG*.

Per il calcolo del fabbisogno energetico convenzionale per la climatizzazione invernale ed il calcolo del FEN, il DPR 412/93 fissa l'obbligo di fare ricorso alla metodologia indicata dalle norme tecniche UNI (v. par. 4.3); tale calcolo deve essere riportato nella relazione tecnica di cui al comma 1 dell'art. 28 della legge 9 gennaio 1991, n. 10. Tale metodologia UNI esprime il bilancio energetico del sistema edificio-impianto termico e tiene conto, in termini di apporti:

- dell'energia primaria immessa nella centrale termica attraverso i vettori energetici,
- dell'energia solare fornita all'edificio,
- degli apporti gratuiti interni quali, ad esempio, quelli dovuti al metabolismo degli abitanti, all'uso della cucina, agli elettrodomestici, all'illuminazione, in termini di perdite,
- dell'energia persa per trasmissione e per ventilazione attraverso l'involucro edilizio, comprendente quest'ultima anche l'energia associata all'umidità,
- dell'energia persa dall'impianto termico nelle fasi di produzione, regolazione, distribuzione ed emissione del calore.

Per edifici con volumetria totale lorda climatizzata inferiore a 10.000 m^3 è ammesso un calcolo semplificato del fabbisogno energetico convenzionale e del FEN, basato su un bilancio energetico del sistema edificio-impianto che tiene conto, in termini di apporti:

- dell'energia primaria immessa nella centrale termica attraverso i vettori energetici, in termini di perdite,
- dell'energia persa per trasmissione e per ventilazione attraverso l'involucro edilizio, comprendente quest'ultima anche l'energia associata all'umidità,
- dell'energia persa dall'impianto termico nelle fasi di produzione, regolazione, distribuzione ed emissione del calore.

Il calcolo del Coefficiente di Dispersione volumica per trasmissione dell'involucro edilizio deve essere effettuato utilizzando la norma UNI 7357 "Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici"e non deve superare i valori fissati dai regolamenti di cui ai commi 1 e 2 dell'art. 4 della legge 9 gennaio 1991, n. 10.

Il valore del FEN deve risultare inferiore ad un valore limite, definito FENlim, da calcolare secondo una formula specifica riportata nel DPR 412/93.

3.2.2 D.M. 13/12/1993 "MODELLI DI APPROVAZIONE DELLA RELAZIONE TECNICA"

Il DM del 13/12/93 riguarda l'approvazione dei modelli tipo per la compilazione della relazione tecnica di cui all'art. 28 della legge 9 gennaio 1991, n. 10, attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici.

Il DM riporta i modelli tipo per la compilazione della relazione secondo gli schemi di cui agli allegati A, B e C al decreto, differenziati per le seguenti tipologie:

a) opere relative ad edifici di nuova costruzione o alla ristrutturazione di edifici (con riferimento all'intero sistema edificio-impianto termico);
b) opere relative agli impianti termici di nuova installazione in edifici esistenti e opere relative alla ristrutturazione degli impianti termici;
c) sostituzione di generatori di calore.

In allegato I-2 è riportato lo "Schema di Relazione tecnica sul rispetto delle prescrizioni della legge 10/91", coincidente con l'Allegato A al DM 13/12/93.

3.2.3 DPR N. 551 DEL 21/12/1999 "REGOLAMENTO RECANTE MODIFICHE AL DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 26 AGOSTO 1993, N. 412, IN MATERIA DI PROGETTAZIONE, INSTALLAZIONE, ESERCIZIO E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI TERMICI DEGLI EDIFICI, AI FINI DEL CONTENIMENTO DEI CONSUMI DI ENERGIA"

Il DPR n 551/99 è volto a fornire precisazioni ed indicazioni inerenti l'installazione e la manutenzione dei generatori di calore. Di seguito si riportano alcuni stralci dagli articoli di maggiore interesse per l'analisi del documento.

Art. 4 Rendimento minimo dei generatori di calore

"… Negli impianti termici di nuova installazione, nella ristrutturazione degli impianti termici nonché nella sostituzione di generatori di calore, i generatori di calore ad acqua calda di potenza nominale utile pari o inferiore a 400 kW devono avere un "rendimento termico utile" conforme a quanto prescritto dal decreto del Presidente della Repubblica 15 novembre 1996, n. 660. l generatori ad acqua calda di potenza superiore devono rispettare i limiti di rendimento fissati dal medesimo decreto del Presidente della Repubblica per le caldaie di potenza pari a 400 kW. I generatori di calore ad aria calda devono avere un "rendimento di combustione" non inferiore ai valori riportati nell'allegato E al presente decreto.". …"

Art. 5. Termoregolazione e contabilizzazione

"… Ai sensi del comma 3 dell'articolo 26 della legge 9 gennaio 1991, n. 10, gli impianti termici al servizio di edifici di nuova costruzione, la cui concessione edilizia sia rilasciata dopo il 30 giugno 2000, devono essere dotati di sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del consumo energetico per ogni singola unità immobiliare.. …"

Art. 8. Controllo tecnico periodico e manutenzione

"… Le operazioni di controllo ed eventuale manutenzione dell'impianto termico devono essere eseguite conformemente alle istruzioni tecniche per la regolazione, l'uso e la manutenzione elaborate dal costruttore dell'impianto. Qualora non siano disponibili le istruzioni del costruttore, le operazioni di controllo ed eventuale manutenzione degli apparecchi e dei dispositivi facenti parte dell'impianto termico devono essere eseguite conformemente alle istruzioni tecniche elaborate dal fabbricante ai sensi della normativa vigente, mentre le operazioni di controllo e manutenzione delle restanti parti dell'impianto termico e degli apparecchi e dispositivi per i quali non siano disponibili le istruzioni del fabbricante relative allo specifico modello, devono essere eseguite secondo le prescrizioni e con la periodicità prevista dalle vigenti normative UNI e CEI per lo specifico elemento o tipo di apparecchio o dispositivo. In mancanza di tali specifiche indicazioni, i controlli devono essere effettuati almeno una volta l'anno, fermo restando quanto stabilito ai commi 12 e 13. "

Il DPR fornisce, inoltre, le modalità per la compilazione dei libretti di centrale e d'impianto (art. 11) e per verificare il rendimento minimo di combustione in opera per i generatori di calore (art. 12). Migliore situazione sostanziale non sono altro che

3.2.4 D.M. 24/04/01

I contenuti dei DM 24/04/01 emanati dal Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, in concerto con il Ministero dell'Ambiente, sono:

- "individuazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili, di cui all'art. 16 comma 4 del D.L. n. 164 del 23/5/2000" (Decreto Letta), di recepimento della Direttiva 98/30/CE con le norme comuni per il mercato interno di gas naturale;
- "individuazione degli obiettivi quantitativi per l'incremento dell'efficienza energetica negli usi finali ai sensi dell'art. 9, comma 1 del D.Lgs. 79/1999" (Decreto Bersani).

Tali decreti danno attuazione a quanto previsto dal D.Lgs. 79/99 e dal D.Lgs. 164/00 in merito all'obbligo, imposto ai distributori di energia elettrica e di gas naturale, di perseguire l'efficienza energetica negli usi finali.

I decreti per l'efficienza energetica hanno aperto la strada alla realizzazione di svariati interventi, sia in campo industriale, sia in campo civile. Nella logica di mercato perseguita sono privilegiati quelli caratterizzati da indici tecnico-economici migliori, da economie di scala, da ripetibilità, facilità di installazione anche in retrofitting, possibilità di riportare a consuntivo misure economiche dei risparmi energetici ed accettabilità da parte degli utenti.

Nell'elenco seguente sono riportate le tipologie di interventi di risparmio energetico indicate nei D.M. 24/04/01.

Figura 2. Tipologie interventi risparmio energetico D.M. 24/04/01

Interventi previsti per i distributori di energia elettrica		Interventi previsti per i distributori di gas naturale	
Tabella A (almeno il 50% della quota di risparmio energetico prevista)	Tabella B (altri interventi)	Tabella A (almeno il 50% della quota di risparmio energetico prevista)	Tabella B (altri interventi)
1. rifasamento elettrico	9. dispositivi per la combustione delle fonti energetiche non rinnovabili	1. dispositivi per la combustione delle fonti energetiche non rinnovabili	5. recuperi di energia
2. motori elettrici e loro applicazioni	10. interventi di sostituzione di altra fonte o vettore con energia elettrica, nei casi in cui sia verificata una riduzione dei consumi di energia primaria	2. riduzione dei consumi di gas per usi termici	6. rifasamento elettrico
3. sistemi per l'illuminazione	11. climatizzazione ambienti e recuperi di calore in edifici climatizzati con l'uso di fonti energetiche non rinnovabili	3. climatizzazione ambienti e recuperi di calore in edifici climatizzati con l'uso di fonti energetiche non rinnovabili	7. motori elettrici e loro applicazioni
4. electricity leaking	12. installazione di impianti per la valorizzazione delle fonti rinnovabili presso gli utenti finali	4. installazione di impianti per la valorizzazione delle fonti rinnovabili presso gli utenti finali	8. sistemi per l'illuminazione
5. interventi per l'uso di fonti o vettori più appropriati dell'energia elettrica	13. veicoli elettrici e a gas naturale		9. electricity leaking
6. riduzione dei consumi di energia elettrica per usi termici	14. formazione, informazione promozione e sensibilizzazione		10. interventi di sostituzione di altra fonte o vettore con energia elettrica, nei casi in cui sia verificata una riduzione dei consumi di energia primaria
7. interventi per la riduzione della domanda di energia elettrica per il condizionamento			11. applicazioni nelle quali l'uso del gas naturale è più efficiente di altre fonti o vettori di energia
8. elettrodomestici ed apparecchi per ufficio ad alta efficienza			12. elettrodomestici ed apparecchi per ufficio ad alta efficienza
			13. interventi per la riduzione della domanda di energia elettrica per il condizionamento
			14. formazione, informazione promozione e sensibilizzazione.
			15. veicoli elettrici e a gas naturale

Tabella 6: Tipologie di interventi di risparmio energetico indicate nei D.M.24/04/01.

In particolare, per quanto riguarda interventi da effettuarsi nel settore civile, di seguito si elencano le tipologie di interventi classificate in base alle tipologie edilizie.

Edifici adibiti ad uso ufficio, condomini e utenze residenziali:

- Realizzazione interventi nel quadro del servizio energia
- Sostituzione caldaia (tipologia a condensazione e taglia adeguata all'utenza)
- Parzializzazione dell'impianto termico e sistema di controllo
- Sistemi di schermatura esterna per la riduzione del carico estivo di condizionamento
- Sistemi di illuminazione ad alta efficienza
- Condizionamento e riscaldamento a pompa di calore con acqua di falda o simile

- Uso di apparecchiature informatiche a basso consumo
- Sistemi di contabilizzazione
- Telecontrollo degli impianti termici in funzione della temperatura esterna e di altri parametri
- Promozione di mini reti di riscaldamento con calore di recupero da fonti rinnovabili o cogenerazione
- Coibentazione e sostituzione di infissi con altri a doppi vetri o a guadagno solare
- Fotovoltaico
- Elettrodomestici ad alta efficienza

Edifici sportivi ad alta occupazione:

- Mini cogenerazione
- Solare termico per produzione acqua calda
- Illuminazione ad alta efficienza
- Caldaie a condensazione e/o biomasse
- Controllo delle stratificazioni termiche
- Recupero del calore dagli effluenti
- Coibentazione e sostituzione di infissi con altri a doppi vetri o a guadagno solare
- Sostituzione di scaldacqua elettrici con altri a gas

Supermercati, negozi, magazzini frigoriferi, mercati, mattatoi, ecc.:

- Condizionamento e riscaldamento a pompa di calore con acqua di falda o simile
- Coibentazione
- Recupero di acqua calda da cogenerazione e da effluenti
- Sistemi ad assorbimento
- Installazione di motori ad alta efficienza e/o a velocità variabile
- Illuminazione ad alta efficienza
- Illuminazione piazzali e depositi
- Fotovoltaico

Sistema ospedaliero:

- Illuminazione ad alta efficienza
- Recupero energia da effluenti
- Recupero calore da cogenerazione associato con consumi elettrici
- Parzializzazione dell'impianto termico e sistema di controllo

Due decreti ministeriali del 20 luglio 2004 sull'efficienza energetica (pubblicati in G.U. Serie Generale n. 205 del 1-9-2004) aggiornano e sostituiscono i suddetti DM del 24 aprile 2001. Tali decreti hanno introdotto il cosiddetto meccnismo dei "certificati bianchi", di cui si dirà meglio nel paragrafo 9.2.3.

3.2.5 NORME UNI – RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO EDIFICI

Per eseguire le verifiche previste dalla legge 10 e dai relativi decreti applicativi è indispensabile l'utilizzo delle norme UNI appositamente predisposte dall'Ente Nazionale Italiano di Unificazione:

- UNI EN 832:2001 - Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento - Edifici residenziali. La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 832 (edizione settembre 1998) e tiene conto dell'errata corrige del maggio 2000 (AC:2000). La norma fornisce un metodo di calcolo semplificato per la determinazione del fabbisogno di calore e di energia per il riscaldamento di edifici residenziali, o di loro parti.
- UNI 7357:1974 - Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici. Riguarda unicamente gli impianti destinati al riscaldamento di locali per il benessere delle persone che vi soggiornano. Prospetto, grandezze, simboli e unità di misura. Calcolo delle dispersioni di calore delle pareti. Temperatura dell'ambiente esterno ed interno. Trasmittanza unitaria e prospetto valori correnti della conduttività di alcuni materiali alla temperatura ordinaria e prospetto conduttanza unitaria di alcune strutture (intonaci esclusi). Superficie di scambio termico. Correzione per esposizione calcolo del calore di ventilazione. Intermittenza del funzionamento. Appendice: esempio di calcolo della trasmittanza totale della zona ponte (è detta tabella pontremoli). Nel punto 7.1.2 è sostituita dalla UNI 10351. Include i seguenti aggiornamenti: A3:1989 e A83:1979.
- UNI 10348 - Riscaldamento degli edifici - rendimento dei sistemi di riscaldamento - metodo di calcolo, attuativa dell'art. 5, comma 2. Descrive la procedura per il calcolo dei rendimenti medi riferiti ad un periodo prefissato dei componenti dei sistemi impiantistici impiegati nel riscaldamento ambientale. In particolare vengono determinati i seguenti parametri: rendimento del sistema di emissione; rendimento del sistema di controllo o regolazione; rendimento medio mensile del sistema di produzione; rendimento medio stagionale del sistema di produzione; rendimento medio stagionale globale del sistema di riscaldamento.
- UNI 10347 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante.
- UNI 10349 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - dati climatici.
- UNI 10351 - Materiali da costruzione - valori della conduttività termica e permeabilità al vapore. Integra, con i dati di permeabilità al vapore, i dati di conduttività termica dei materiali impiegati nell'edilizia, precedentemente riportati nel FA 101- 83 "Valori correnti della conduttività di alcuni materiali alla temperatura ordinaria" che sostituisce il punto 7.1.2 della norma UNI 7357 (1974). I valori già contenuti nel FA 101-83 vengono qui ripresi senza alterazioni. La presente norma è pubblicata a supporto della UNI 832:2001 (ex norma UNI 10344).. Fornisce i valori di conduttività termica di permeabilità dei materiali da costruzione. Deve essere impiegata quando non esistano norme specifiche per il materiale considerato.

- UNI 10355 - Murature e solai - valori della resistenza termica e metodi di calcolo. Fornisce i valori delle resistenze termiche unitarie relative alle tipologie di murature e solai maggiormente diffuse in Italia. Si basa sui risultati conseguiti da prove di laboratorio e verifiche mediante calcolo, condotte nel corso degli ultimi anni. Non costituisce supporto alla UNI 832:2001 (ex norma UNI 10344).
- UNI 10376 - Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici.
- UNI 10379 - Riscaldamento degli edifici - fabbisogno energetico convenzionale normalizzato - metodo di calcolo, attuativa dell'art. 8, comma 3. Prescrive le procedure per: - la determinazione del fabbisogno energetico normalizzato di progetto; - la determinazione del limite del fabbisogno energetico normalizzato; - la determinazione del rapporto tra la somma dell'apporto termico solare mensile, calcolato nel mese con maggiore insolazione tra quelli interamente compresi nell'arco del periodo annuale di esercizio dell'impianto termico, e degli apporti gratuiti interni, ed il fabbisogno convenzionale di energia primaria calcolato nello stesso mese; - il calcolo semplificato del rendimento di produzione medio stagionale da adottare per il dimensionamento di generatori di calore da installare in sostituzioni di altri; -Non si applica per la progettazione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento energetico e non riguarda il calcolo del fabbisogno energetico reale degli edifici, per il quale si rimanda alla UNI 832:2001 (ex UNI 10344). Appendice A: Classificazione generale degli edifici per categorie. Appendice B: Valori medi della temperatura di progetto. Appendice C: Periodo della stagione di riscaldamento. Appendice D: Rendimenti limite per gli impianti. Appendice: E: Coefficiente di dispersione volumico di progetto dell'involucro edilizio.
- UNI 10389 - Generatori di calore - misurazione in opera del rendimento di combustione.
- UNI 100771-1:2002 - Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo semplificato. La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN ISO 10077-1 (edizione luglio 2000). La norma specifica i metodi di calcolo della trasmittanza termica di finestre e porte costituite da vetrate o pannelli opachi inseriti in telai con o senza chiusure. Essa si applica a:- diversi tipi di vetrate (vetri o plastiche; vetrate singole o multiple; con o senza rivestimenti bassa emissività, con intercapedini riempite di aria o altri gas);- diversi tipi di telai (di legno; di plastica; di metallo con o senza taglio termico; di metallo con connessioni puntiformi o qualsiasi altra combinazione di materiale),- dove appropriato, la resistenza termica aggiuntiva dovuta a chiusure di diverso tipo, in funzione della loro permeabilità all'aria. La norma non si applica alle facciate continue e alle altre strutture di vetro che non siano inserite in un telaio. Sono esclusi anche i lucernari (a causa della complessità geometrica delle sezioni del telaio).

3.2.6 RACCOMANDAZIONI DEL CTI

Nella determinazione delle prestazioni energetiche degli edifici e nella certificazione energetica, il CEN, Comitato Europeo di Normazione, ha da tempo intrapreso un vasto programma di produzione di norme tecniche. Tuttavia, nel completamento di tale programma, si deve fare ricorso, a fianco di norme europee, anche a norme tecniche o a specifiche tecniche nazionali.

Ne conseguono non facili problemi di raccordo tra normative diverse per impostazione, terminologia e per la mancanza di documenti normativi di supporto contenenti dati, per i quali le norme EN rinviano spesso ad allegati o a norme nazionali.

In questa situazione è emersa la necessità di un documento, che coordini i vari testi normativi, ai quali si deve fare ricorso, per consentirne un effettivo utilizzo nel quadro della direttiva 2002/91/CE.

Il Comitato Termotecnico Italiano, Ente federato all'Uni, preposto alla elaborazione di norme per il settore termotecnico ed energetico in genere, ha ritenuto suo compito istituzionale intervenire tempestivamente con strumenti idonei a soddisfare tale necessità.

In tal senso, ha realizzato delle Raccomandazioni per una lettura ed un utilizzo coordinato della normativa europea UNI EN e nazionale UNI, oggi disponibile in materia di determinazione dei fabbisogni energetici degli edifici per climatizzazione invernale e produzione di acqua calda, fornendo anche dati ed integrazioni di carattere pre-normativo.

Con tali raccomandazioni il Comitato Termotecnico Italiano intende fornire un riferimento normativo nazionale per una corretta valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici, anche ai fini della certificazione energetica.

Le esigenze di completamento e coordinamento delle norme tecniche citate sono di tipo diverso.

Ad esempio, nel caso delle norme UNI 832 e 13790 (attualmente è in fase di elaborazione) per il calcolo del fabbisogno di energia termica utile l'esigenza fondamentale è quella di fornire in modo unificato i dati di ingresso per il calcolo del fabbisogno di energia termica utile dell'edificio, mentre nel caso della norma UNI 10348 è necessario prevederne completamenti e fornire precisazioni per il suo impiego, anche anticipando la metodologia di calcolo prevista dal progetto di norma europea. Per ciascuna delle due norme tecniche, UNI EN 832 e UNI 10348 è stata preparata una specifica raccomandazione CTI.

La raccomandazione CTI SC1, di supporto alla norma tecnica UNI EN 832, è stata preparata dal Sottocomitato n. 1 "Trasmissione del calore e fluidodinamica". La raccomandazione, oltre a fornire i dati di supporto per il calcolo secondo UNI EN 832, contiene metodi e dati specifici per l'esecuzione della certificazione energetica.

La raccomandazione CTI SC6, di supporto ed integrazione alla norma tecnica UNI 10348, preparata dal Sottocomitato n. 6 "Riscaldamento e ventilazione", contiene i valori di riferimento per il calcolo del fabbisogno di acqua calda per usi igienico – sanitari, integrazioni per il calcolo delle perdite di nuovi componenti di impianto non disponibili nella UNI 10348 e una serie di prospetti che consentono di raccordare il calcolo secondo UNI 10348 con il metodo previsto nel progetto di normativa europea. La raccomandazione CTI SC6 specifica, inoltre, i criteri per determinare in modo unificato ed omogeneo i dati di consumo, per il loro utilizzo ai fini di raffronti con i fabbisogni calcolati.

3.2.7 L.R. N. 1 DEL 03/01/2005, "NORME PER IL GOVERNO DEL TERRITORIO"

La legge regionale viene a questo punto citata in quanto rappresenta un importante riferimento e un punto di partenza per lo sviluppo a livello regionale di un'edilizia sostenibile. In primo luogo introduce incentivi economici e volumetrici per la promozione dell'edilizia sostenibile e in secondo luogo assume l'impegno ad emanare apposite Istruzioni Tecniche rivolte agli Enti Locali per facilitare la diffusione di interventi edilizi che perseguono obiettivi energetici ed ambientali (art. 37.

In particolare preme citare i seguenti articoli:

Art. 37. Disposizioni generali per la tutela e valorizzazione degli insediamenti

1. Gli strumenti della pianificazione territoriale e gli atti di governo del territorio garantiscono che gli interventi di trasformazione del territorio assicurino il rispetto dei requisiti di qualità urbana, ambientale, edilizia e di accessibilità al fine di prevenire e risolvere i fenomeni di degrado.

2. La qualità urbana, ambientale, edilizia e di accessibilità del territorio di cui al comma 1 è definita in riferimento:

a) alla dotazione di infrastrutture per la mobilità, parcheggi, verde urbano e di connettività urbana, percorsi pedonali e ciclabili, infrastrutture per il trasporto pubblico, arredo urbano ed altre opere di urbanizzazione primaria;
b) alla dotazione di attrezzature e servizi, di attività commerciali di vicinato, di attività terziarie e direzionali;
c) alla qualità e alla quantità degli interventi realizzati per il contenimento dell'impermeabilizzazione del suolo, il risparmio idrico, la salvaguardia e la ricostituzione delle riserve idriche anche potenziali;
d) alla dotazione di reti differenziate per lo smaltimento e per l'adduzione idrica, il riutilizzo delle acque reflue;
e) alla dotazione di attrezzature per la raccolta differenziata;

f)

all'utilizzazione di materiali edilizi e alla realizzazione di requisiti delle costruzioni che assicurino il benessere fisico delle persone, la salubrità degli immobili e del territorio, il contenimento energetico, il rispetto dei requisiti di fruibilità, accessibilità e sicurezza per ogni tipo di utente estesa al complesso degli insediamenti;

g) all'eliminazione delle barriere architettoniche ed urbanistiche in conformità con quanto previsto dalla legge regionale 9 settembre 1991, n. 47 (Norme sull'eliminazione delle barriere architettoniche) da ultimo modificata dalla presente legge regionale;

h) alla qualità dell'architettura contemporanea con particolare riferimento agli spazi ed alle opere pubbliche.

3. Per l'attuazione delle disposizioni di cui al comma 2, e con particolare riferimento alle lettere a), c), d), f) e g), la Regione, entro trecentosessantacinque giorni dall'entrata in vigore della presente legge, emana appositi regolamenti e istruzioni tecniche, contenenti parametri di riferimento per i comuni.

[…]

Art. 145. Edilizia sostenibile

1. La Regione, con le istruzioni tecniche di cui all'articolo 37, comma 3, fissa le linee guida tecnico-costruttive, tipologiche ed impiantistiche al fine di garantire una qualità edilizia sostenibile ai sensi della lettera f) del comma 2 dell'articolo 37.

2. Per poter accedere agli incentivi di cui all'articolo 146, la progettazione degli edifici deve adeguarsi alle linee guida di cui al comma 1. L'adeguamento della progettazione dei nuovi edifici pubblici ai principi dell'edilizia sostenibile è effettuato nei tempi e con le modalità stabiliti dalle medesime linee guida.

Inoltre l'art. 146 prevede incentivi per l'edilizia sostenibile, applicabili dai comuni, secondo due tipologie:

- Incentivi di carattere economico
- Incentivi di carattere edilizio

Art. 146 - Incentivi economici ed urbanistici

1. Al fine di incentivare l'edilizia sostenibile, quale è definita secondo i requisiti fissati con le istruzioni tecniche di cui all'articolo 37, comma 3, i comuni possono applicare incentivi economici mediante la riduzione degli oneri di urbanizzazione secondaria in misura crescente a seconda dei livelli di risparmio energetico, di qualità ecocompatibile dei materiali e delle tecnologie costruttive utilizzate, nonché dei requisiti di accessibilità e visitabilità degli edifici oltre i limiti obbligatori stabiliti dalle norme vigenti, fino ad un massimo del 70 per cento.

2. Lo spessore delle murature esterne superiore ai minimi fissati dai regolamenti edilizi e comunque superiore ai 30 centimetri, il maggior spessore dei solai necessario al conseguimento di un ottimale isolamento termico e acustico, le serre solari e tutti i maggiori volumi e superfici necessari a realizzare i requisiti di accessibilità e visitabilità degli edifici, quali risultano dalle istruzioni tecniche di cui all'articolo 37, non sono computati ai fini degli indici di fabbricabilità stabiliti dagli strumenti urbanistici.

3. I comuni possono inoltre applicare, agli interventi di edilizia sostenibile, incentivi di carattere edilizio urbanistico mediante la previsione negli strumenti urbanistici di un incremento fino al 10 per cento della superficie utile ammessa per gli interventi di nuova edificazione, di ristrutturazione urbanistica, di sostituzione e di ristrutturazione edilizia, compatibilmente con i caratteri storici ed architettonici degli edifici e dei luoghi.

Art. 147. Modalità di accesso agli incentivi

1. Per accedere agli incentivi di cui all'articolo 145, la conformità del progetto a quanto disposto dalle istruzioni tecniche di cui all'articolo 37, comma 3, viene certificata dal progettista con apposita relazione illustrativa da allegarsi alla richiesta di permesso di costruire o alla denuncia di inizio dell'attività e in sede di elaborazione del progetto esecutivo e dal professionista abilitato alla ultimazione dei lavori con la certificazione di cui all'articolo 86, comma 1. [Art. 86. Ultimazione dei lavori. Certificato di conformità. Certificato di abitabilità o agibilità. Inizio di esercizio di attività produttive]

2. A garanzia dell'ottemperanza di quanto previsto dagli incentivi e dalle agevolazioni di cui alle presenti norme, è prestata garanzia fideiusoria pari all'importo degli incentivi previsti e una quota di essi, pari al 30 per cento, sarà vincolata fino al monitoraggio della struttura, per un periodo non inferiore ai dodici mesi dall'ultimazione dei lavori, al fine di verificare l'effettiva rispondenza alle previsioni di progetto in termini di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni in atmosfera.

3.2.8 D.G.R. n. 322 del 28/02/2005, "Approvazione delle istruzioni tecniche denominate "Linee guida per la valutazione della qualità energetica ed ambientale degli edifici in Toscana" ai sensi dell'art. 37, comma 3 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 ed in attuazione dell'azione B.13 del P.R.A.A. 2004-2006".

Il 28 febbraio 2005 con la Delibera di Giunta regionale n. 322 sono state approvate definitivamente le *"Linee Guida per la valutazione della qualità energetica ed ambientale degli edifici della Toscana"* che costituiscono le Istruzioni Tecniche previste all'art. 37 della Legge Regionale 1/2005, citato nel paragrafo precedente.

In seguito tale DGR è stato modificato con D.G.R. n. 218 del 03/04/2006, *"Linee guida per la valutazione della qualità energetica ambientale degli edifici in Toscana". Modifica delibera G.R. 322/2005.*

Rappresenta il maggiore riferimento tecnico a livello regionale in materia di risparmio energetico, di certificazione energetica e di edilizia sostenibile.

Le Linee Guida sono state realizzate dal Gruppo di Lavoro Regionale costituito dalla D.G. della Presidenza e dalla D.G. Politiche territoriali ed ambientali con la assistenza esterna dell'I.N.B.AR. (Istituto Nazionale di Bioarchitettura).

Il Gruppo di lavoro regionale ha adattato i risultati raggiunti dall'attività del gruppo di lavoro interregionale di confronto ed indirizzo delle Regioni italiane nell'ambito dell'incarico affidato ad ITACA (Istituto per la trasparenza degli appalti), dall'Assemblea dei Presidenti delle Regioni. L'adesione al Gruppo di lavoro Interregionale è stata numerosa e qualificata, e ha visto la partecipazione di 15 Regioni italiane (Friuli Venezia Giulia, Prov. Trento, Abruzzo, Basilicata, Emilia Romagna, Lazio, Liguria, Lombardia, Marche, Piemonte, Sicilia, Toscana, Umbria, Valle d'Aosta, Veneto).

Il risultato di tale gruppo di lavoro interregionale è stato uno studio approfondito che ha consentito di definire un *"Protocollo per la valutazione della qualità energetica ed ambientale di un edificio"* e quindi delle caratteristiche che un edificio deve possedere per essere definito adeguato ai criteri della edilizia sostenibile (70 schede). Il Protocollo è stato definitivamente approvato il 15 Gennaio 2004 dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province autonome.

Il D.G.R. 322/2005 è costituito dai allegati:

a) ALLEGATO A - "Linee Guida" presentazione del documento e schemi di schede tecniche riguardanti i requisiti per la valutazione energetico/ambientale raggruppati per aree di valutazione degli edifici.

b) ALLEGATO B - Sistema di attribuzione dei punteggi corrispondenti al grado di soddisfacimento dei requisiti;

c) ALLEGATO C - Sistema di pesatura di ciascun requisito ed area di valutazione;

d) ALLEGATO D - "Manuale per l'Edilizia Sostenibile";

e) ALLEGATO E - "Elenco base dei materiali per l'Edilizia sostenibile".

Le Linee Guida sono uno strumento di valutazione che consente una omogenea classificazione delle proposte di intervento edilizio in riferimento al rispetto dei principi della Edilizia sostenibile.

Le linee guida rappresentano il primo strumento oggettivo di valutazione messo a disposizione delle amministrazioni pubbliche toscane per verificare la sostenibilità ambientale dell'edilizia residenziale.

Risultano articolate in 36 schede di valutazione e di un sistema di calcolo che consente di esprimere un "voto", o meglio un indice ponderato, per ogni progetto od intervento preso in esame.

Le schede di valutazione prevedono l'esame delle prestazioni dell'edificio progettato, in relazione a sette aree tematiche principali, definite "aree di valutazione":

1. la qualità ambientale degli spazi esterni,
2. il risparmio di risorse,

3. il carico ambientale,
4. la qualità dell'ambiente interno,
5. la qualità del servizio,
6. la qualità della gestione
7. i trasporti.

Le "Linee Guida" non devono essere considerate sostitutive della capacità di progettazione dei tecnici, la loro funzione si limita alla definizione di un metodo standard di valutazione della qualità che il progetto esaminato deve possedere in riferimento alle caratteristiche di sostenibilità ambientale.

Il metodo è applicabile attualmente solo alla edilizia residenziale ed è auspicabile che diventi uno strumento di valutazione comune per tutti i soggetti che operano nel settore della edilizia.

Il sistema di valutazione è volutamente semplificato e prende in considerazione 21 requisiti ritenuti fondamentali ed indispensabili per la realizzazione di interventi edilizi ecosostenibili:

1. Intorno ambientale
2. Qualità dell'aria esterna
3. Campi elettromagnetici
4. Esposizione acustica
5. Qualità del suolo
6. Qualità delle acque
7. Consumi energetici
8. Energia elettrica
9. Consumo acqua potabile
10. Uso materiali di recupero
11. Uso materiali riciclabili
12. Utilizzo di strutture esistenti
13. Contenimento dei reflui
14. Comfort visivo
15. Comfort acustico
16. Comfort termico
17. Qualità dell'aria
18. Campi elettromagnetici interni
19. Qualità del servizio
20. Qualità della gestione
21. Trasporti

Il punteggio assegnato va da – 2 a + 5, a seconda del rispetto delle seguenti caratteristiche:

- -2 = prestazione fortemente inferiore allo standard
- -1 = prestazione inferiore alla pratica accettata

- 0 = pratica comune utilizzata nel territorio
- 1 = lieve miglioramento alla pratica corrente
- 2 = moderato miglioramento della pratica corrente
- 3 = migliore pratica corrente disponibile
- 4 = moderato incremento della pratica corrente migliore
- 5 = considerevolmente migliore della pratica corrente

Le Linee Guida non fissano un'unica soglia "regionale" da raggiungere (salvo la conformità minima di legge = punteggio 0). Gli Enti locali toscani potranno individuare autonomamente la soglia minima per l'accesso agli incentivi (1 – 2 - 3 - 4 - 5) graduando eventualmente graduando eventualmente gli incentivi a seconda del livello di ecoefficienza raggiunto dal progetto.

Allo stesso modo non è necessario che il progetto esaminato riporti valori di eccellenza per ognuno dei requisiti citati infatti, per ottenere un risultato *"sostenibile"* il tecnico potrà decidere di concentrare la propria progettazione solo su alcuni dei requisiti di qualità e verificare successivamente se questi sono sufficienti a raggiungere complessivamente un valore positivo.

Vai al testo completo della D.C.R. n. 218 del 03/04/2006

Vai al testo completo della D.C.R. n. 322 del 28/02/2005

Vai al testo completo delle "Linee Guida per l'edilizia sostenibile"

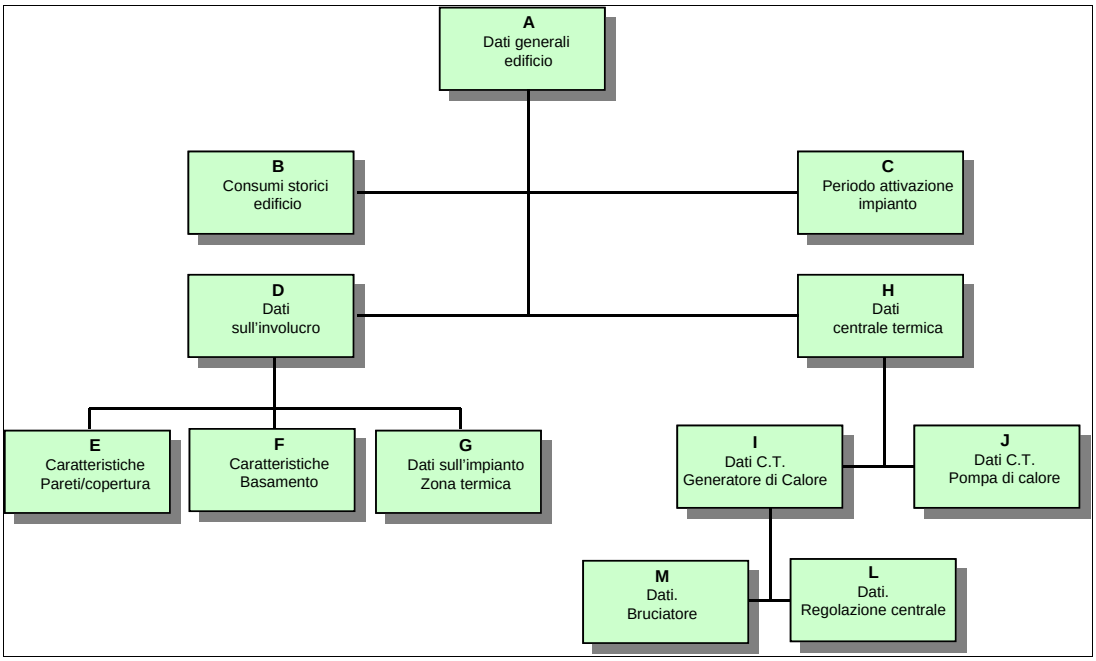
3.3 ANALISI DELLE PROCEDURE CONSOLIDATE

3.3.1 *LA PROCEDURA ELABORATA DAI PUNTI ENERGIA - PROGRAMMA CENED 4*

La procedura messa a punto dai Punti Energia prevede i seguenti passaggi:

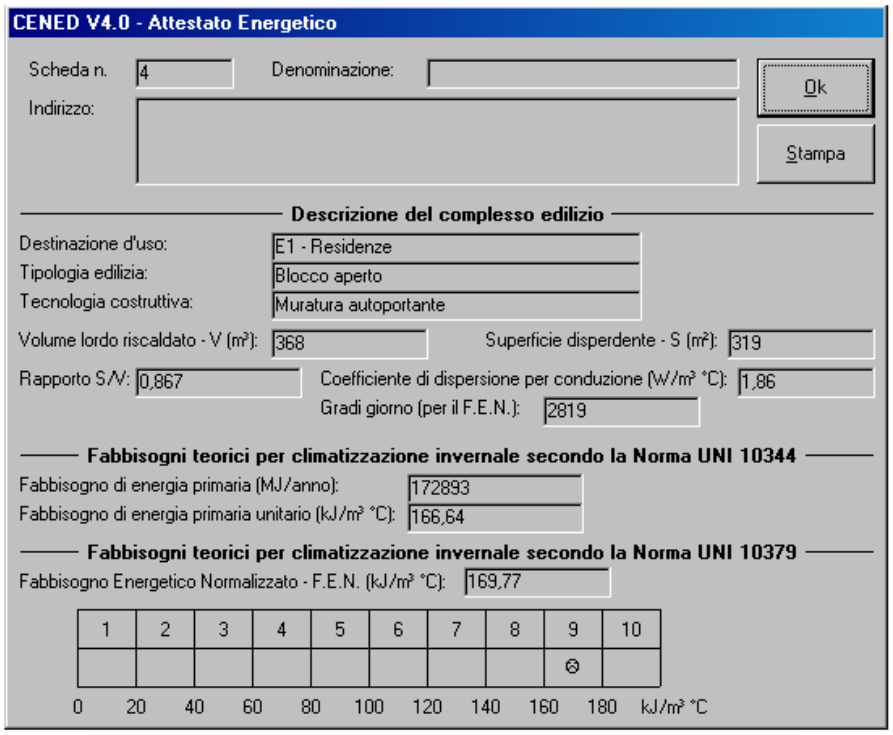
- Raccolta dei dati relativi alle caratteristiche termofisiche dell'edificio e dell'impianto attraverso l'esame della documentazione e rilievi diretti
- Elaborazione dei dati raccolti con il programma CENED 4
- Emissione del certificato energetico
- Prima valutazione di possibili interventi di riqualificazione energetica

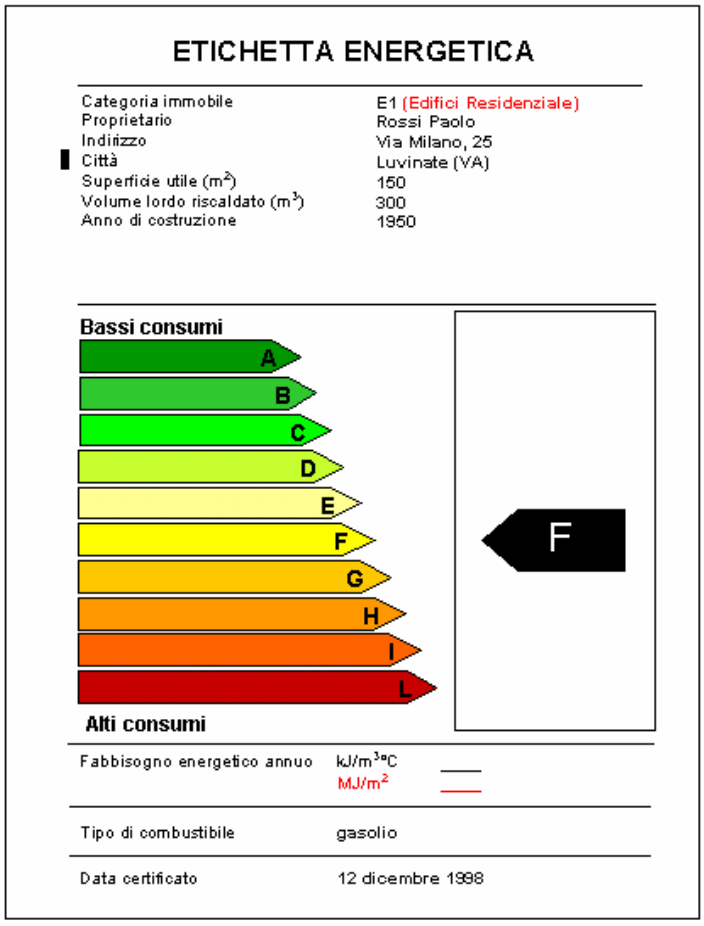
Figura 3. Schema del Programma CENED 4



Le immagini seguenti sono le schermate di output del programma.

Figura 4. Schermate di output del programma CENED 4


CENED V4.0 - Attestato Energetico
Scheda n. 4
Denominazione:
Indirizzo:
Ok
Stampa
Descrizione del complesso edilizio
Destinazione d'uso: E1 - Residenze
Tipologia edilizia: Blocco aperto
Tecnologia costruttiva: Muratura autoportante
Volume lordo riscaldato - V (m³): 368
Superficie disperdente - S (m²): 319
Rapporto S/V: 0,867
Coefficiente di dispersione per conduzione (W/m² °C): 1,86
Gradi giorno (per il F.E.N.): 2819
Fabbisogni teorici per climatizzazione invernale secondo la Norma UNI 10344
Fabbisogno di energia primaria (MJ/anno): 172893
Fabbisogno di energia primaria unitario (kJ/m² °C): 166,64
Fabbisogni teorici per climatizzazione invernale secondo la Norma UNI 10379
Fabbisogno Energetico Normalizzato - F.E.N. (kJ/m² °C): 169,77
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 kJ/m² °C



3.3.2 METODOLOGIA DI CALCOLO ENEA - FIRE

La guida realizzata da ENEA e FIRE (1997-98) consente di conoscere la "qualità energetica" delle scuole prese in esame, valutata rispetto al valore medio del parco scolastico nazionale.

Tale metodologia viene ampiamente descritta nel paragrafo 4.1.

3.3.3 METODOLOGIA BEEPS (BULDING ENERGY AND ENVIRONMENT PERFORMANCE SYSTEM)

Il modello scelto BEEPS (Building Energy Environment Performance System) è un programma del Ministero dell'Ambiente e del Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università "La Sapienza" di Roma appositamente elaborato per certificazione energetica degli edifici esistenti.

Il programma è basato su quanto contenuto nei documenti della Comunità Europea:

- Working Party on National Environmental Policy, Policy Instruments for Environmental Sustainable Buildings, ENV/EPOC/WPNEP(2001)
- Proposal for a Directive of the European Parliament on the Energy Performance of Buildings ENER 135, ENV 547, CODEC 1139

dove sono individuati tre obiettivi principali:

- riduzione delle emissioni di CO2
- minimizzazione dei rifiuti
- prevenzione dell'inquinamento degli ambienti interni

La metodologia è indirizzata ad una valutazione energetica dell'edificio che coinvolga non solo le caratteristiche dell'involucro edilizio, ma prenda in esame anche l'efficienza degli impianti termici. L'analisi è pertanto focalizzata sugli aspetti prestazionali del sistema edificio-impianto e la gestione di quest'ultimo dal punto di vista dei consumi rilevati.

Dal confronto con *benchmarks* opportunamente individuati sarà possibile dare una valutazione a ciascun settore (involucro edilizio, impianti, qualità dell'ambiente interno, analisi di impatto ambientale e ciclo di vita), che, grazie all'assegnazione di un rispettivo peso, darà una valutazione finale inserita in una scala di valori.

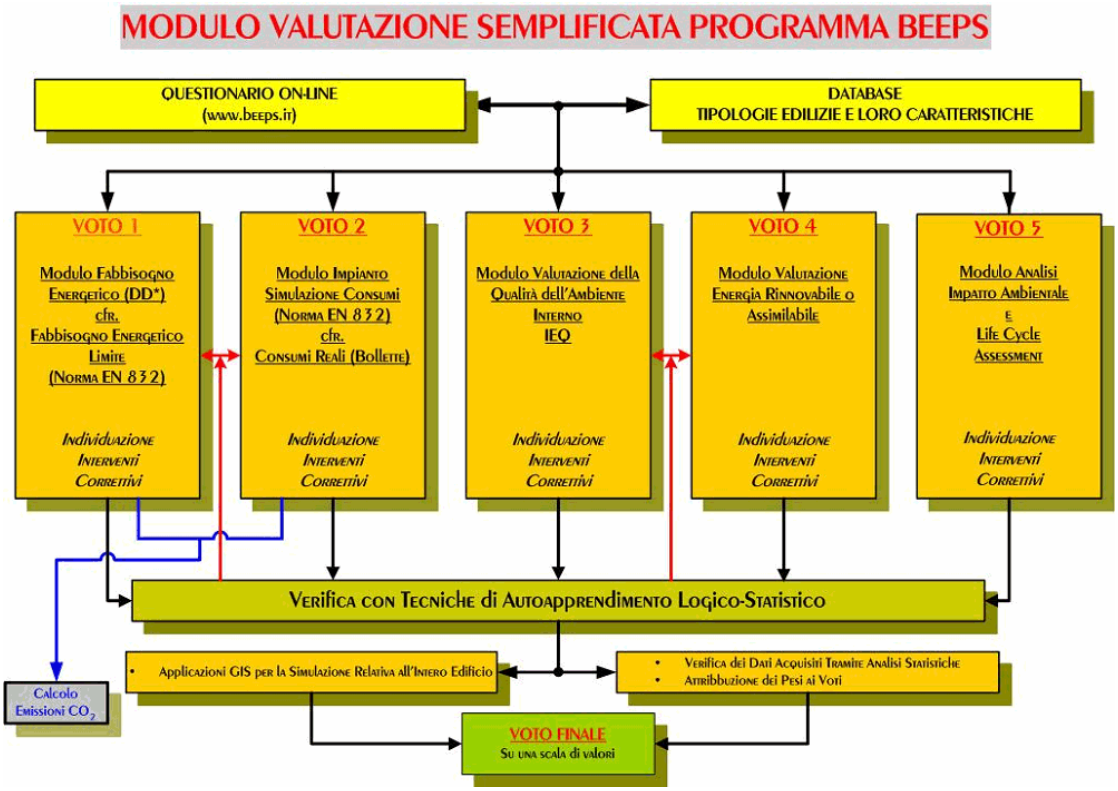
Questa valutazione è stata importata in una applicazione GIS appositamente definita, che permette di classificare l'intero l'edificio in base alle sue prestazioni energetiche ed ai componenti che compongono l'involucro edilizio. In tal modo si possono valutare e programmare gli interventi manutentivi capaci di migliorarne le attuali prestazioni energetiche.

La ricerca BEEPS è strutturata in modo tale da permettere:

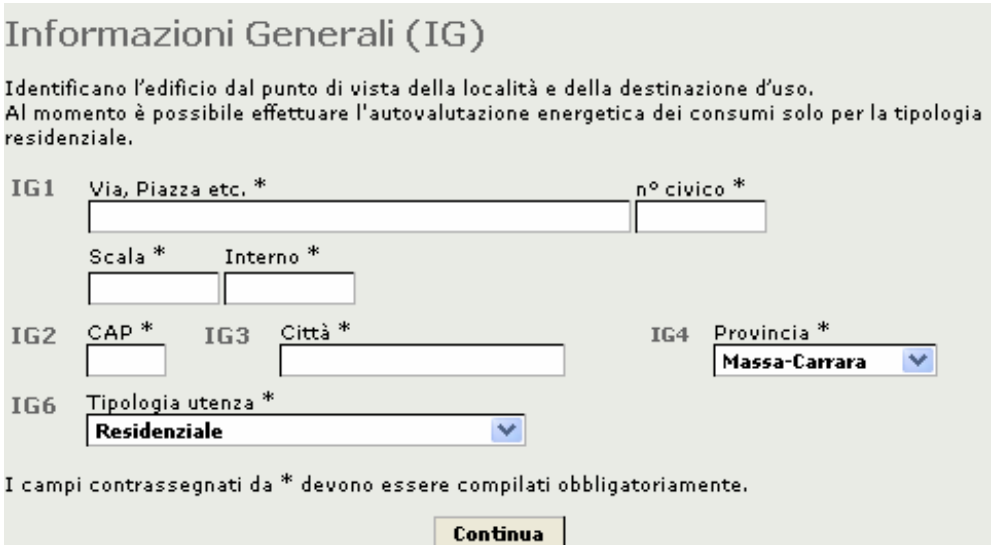
1. una certificazione con metodo semplificato, facilmente applicabile agli edifici esistenti;
2. una certificazione energetica basata sulla determinazione dell'effettivo consumo annuale di energia relativa al riscaldamento, alla climatizzazione (energia elettrica per i gruppi frigoriferi), all'illuminazione;
3. una certificazione energetica basata sul comportamento del sistema edificio-impianto nel suo complesso;
4. l'individuazione di un indice di confronto (su una scala di valori) e di proposte per eventuali misure di risparmio energetico;

Il progetto BEEPS è stato impostato in cinque moduli per generare cinque valutazioni riferite a :

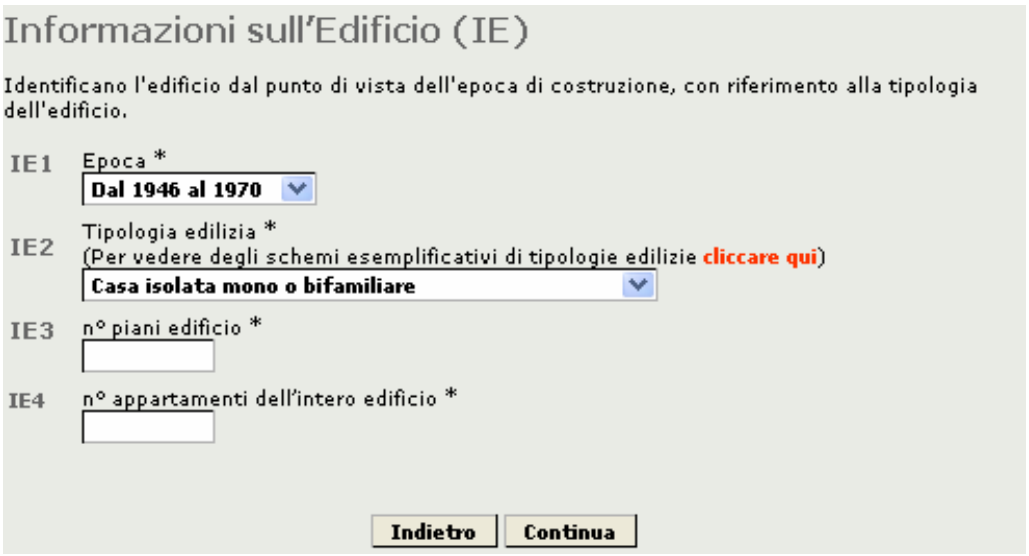
1. Simulazione del fabbisogno energetico per valutare il comportamento dell'involucro edilizio (Voto 1)
2. Simulazione dei consumi energetici per valutare il comportamento dell'impianto (Voto 2)
3. La valutazione della qualità dell'ambiente interno (Voto 3)
4. La valutazione dell'utilizzo di eventuali fonti di energia rinnovabili o di eventuali soluzioni impiantistiche innovative (Voto 4)
5. La valutazione dell'impatto ambientale (Voto 5)


MODULO VALUTAZIONE SEMPLIFICATA PROGRAMMA BEEPS
QUESTIONARIO ON-LINE (www.beeps.it)
DATABASE TIPOLOGIE EDILIZIE E LORO CARATTERISTICHE
VOTO 1
Modulo Fabbisogno Energetico (DD*) cfr. Fabbisogno Energetico Limite (Norma EN 832)
Individuazione Interventi Correttivi
VOTO 2
Modulo Impianto Simulazione Consumi (Norma EN 832) cfr. Consumi Reali (Bollette)
Individuazione Interventi Correttivi
VOTO 3
Modulo Valutazione della Qualità dell'Ambiente Interno IEQ
Individuazione Interventi Correttivi
VOTO 4
Modulo Valutazione Energia Rinnovabile o Assimilabile
Individuazione Interventi Correttivi
VOTO 5
Modulo Analisi Impatto Ambientale e Life Cycle Assessment
Individuazione Interventi Correttivi
Verifica con Tecniche di Autoapprendimento Logico-Statistico
Calcolo Emissioni CO_2
Applicazioni GIS per la Simulazione Relativa all'Intero Edificio
Verifica dei Dati Acquisiti Tramite Analisi Statistiche
Attribbuzione dei Pesi ai Voti
VOTO FINALE
Su una scala di valori

1. informazioni generali (località, tipologia di utenza, tipologia edilizia)


Informazioni Generali (IG)
Identificano l'edificio dal punto di vista della località e della destinazione d'uso.
Al momento è possibile effettuare l'autovalutazione energetica dei consumi solo per la tipologia residenziale.
IG1 Via, Piazza etc. *
n° civico *
Scala *
Interno *
IG2 CAP *
IG3 Città *
IG4 Provincia *
Massa-Carrara
IG6 Tipologia utenza *
Residenziale
I campi contrassegnati da * devono essere compilati obbligatoriamente.
Continua

2. informazioni edificio (superficie, piani, esposizione)


Informazioni sull'Edificio (IE)
Identificano l'edificio dal punto di vista dell'epoca di costruzione, con riferimento alla tipologia dell'edificio.
IE1 Epoca *
Dal 1946 al 1970
IE2 Tipologia edilizia *
(Per vedere degli schemi esemplificativi di tipologie edilizie cliccare qui)
Casa isolata mono o bifamiliare
IE3 n° piani edificio *
IE4 n° appartamenti dell'intero edificio *
Indietro
Continua

3. informazioni sull'unità abitativa (esposizione superfici disperdenti, ristrutturazioni)

Informazioni sull'Unità abitativa (IU)

Identificano l'appartamento dal punto di vista delle superfici verticali (murature e finestre), dalla forma geometrica e dalle caratteristiche dei materiali che costituiscono l'involucro esterno con riferimento ad eventuali ristrutturazioni effettuate negli anni passati.

E' importante prestare particolare attenzione nell'individuazione dell'orientamento delle superfici disperdenti, muri e vetrate, esposte all'esterno. Non devono essere considerate in questo caso superfici confinanti con altri edifici, appartamenti etc..

IU1 Altezza interpiano in metri *
(Altezza interna all'appartamento compresa fra il pavimento ed il soffitto)

IU2 Superficie netta appartamento in metri quadri *
(Inserire la superficie calpestabile dell'appartamento)

IU3 Superfici disperdenti verticali e loro esposizione:
(Spuntare le direzioni per le pareti dell'appartamento esposte all'esterno)

IU4 Numero ante delle finestre presenti su ogni singola esposizione:
(Per anta si intende ogni singola partizione delle superfici vetrate)

Superfici disperdenti orizzontali:
(Sono da considerare disperdenti soffitti confinanti con sottotetti, terrazze e altri ambienti non riscaldati; lo stesso vale per il pavimento)

- Soffitto
- Pavimento

IU5 Tipo vetro *
Singolo

IU6 Ristrutturazioni negli ultimi dieci anni
Nel caso in cui siano stati effettuati interventi sull'involucro edilizio e/o sull'impianto selezionare una o più delle seguenti voci:

Ristrutturazione involucro esterno (isolamento termico, infissi, etc.):

- Montaggio infissi a tenuta
- Isolamento pareti

Rifacimento impianti:

- Sostituzione caldaia autonoma a Gas
- Installazione di caldaia a Gas a condensazione
- Installazione cronotermostato
- Installazione valvole termostatiche su radiatori

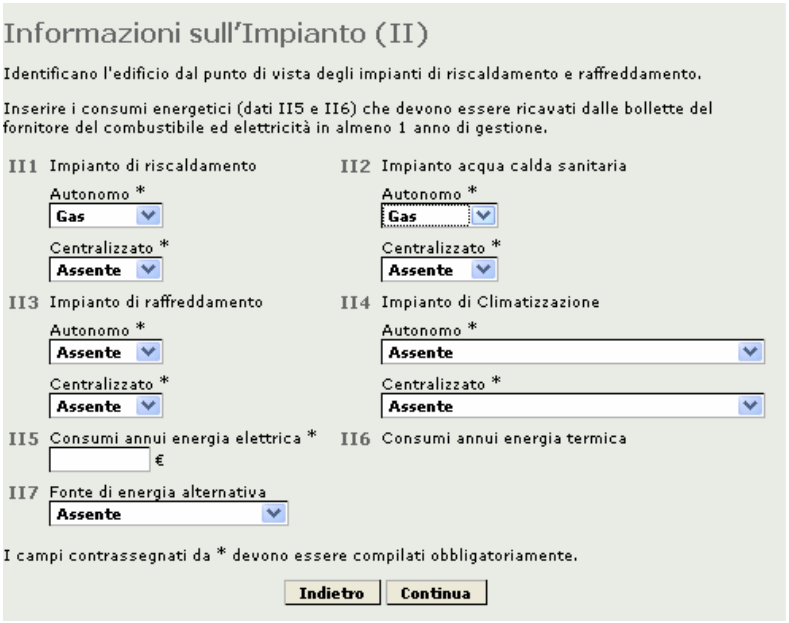
IU7 Numero piani su cui si sviluppa l'appartamento *

IU8 Numero occupanti l'unita' abitativa *
(Persone abitualmente presenti nell'appartamento)

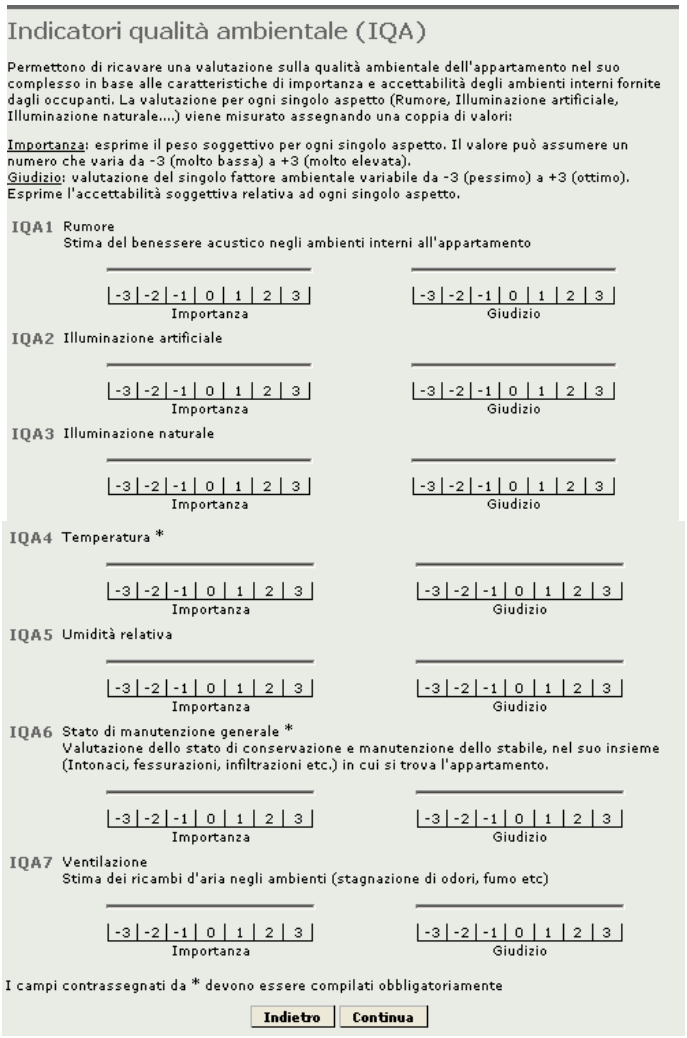
I campi contrassegnati da * devono essere compilati obbligatoriamente.

Indietro | Continua

4. informazioni sull'impianto (tipologia, combustibili, energia elettrica)


Informazioni sull'Impianto (II)
Identificano l'edificio dal punto di vista degli impianti di riscaldamento e raffreddamento.
Inserire i consumi energetici (dati II5 e II6) che devono essere ricavati dalle bollette del fornitore del combustibile ed elettricità in almeno 1 anno di gestione.
II1 Impianto di riscaldamento
Autonomo * Gas
Centralizzato * Assente
II2 Impianto acqua calda sanitaria
Autonomo * Gas
Centralizzato * Assente
II3 Impianto di raffreddamento
Autonomo * Assente
Centralizzato * Assente
II4 Impianto di Climatizzazione
Autonomo * Assente
Centralizzato * Assente
II5 Consumi annui energia elettrica * €
II6 Consumi annui energia termica
II7 Fonte di energia alternativa
Assente
I campi contrassegnati da * devono essere compilati obbligatoriamente.
Indietro
Continua

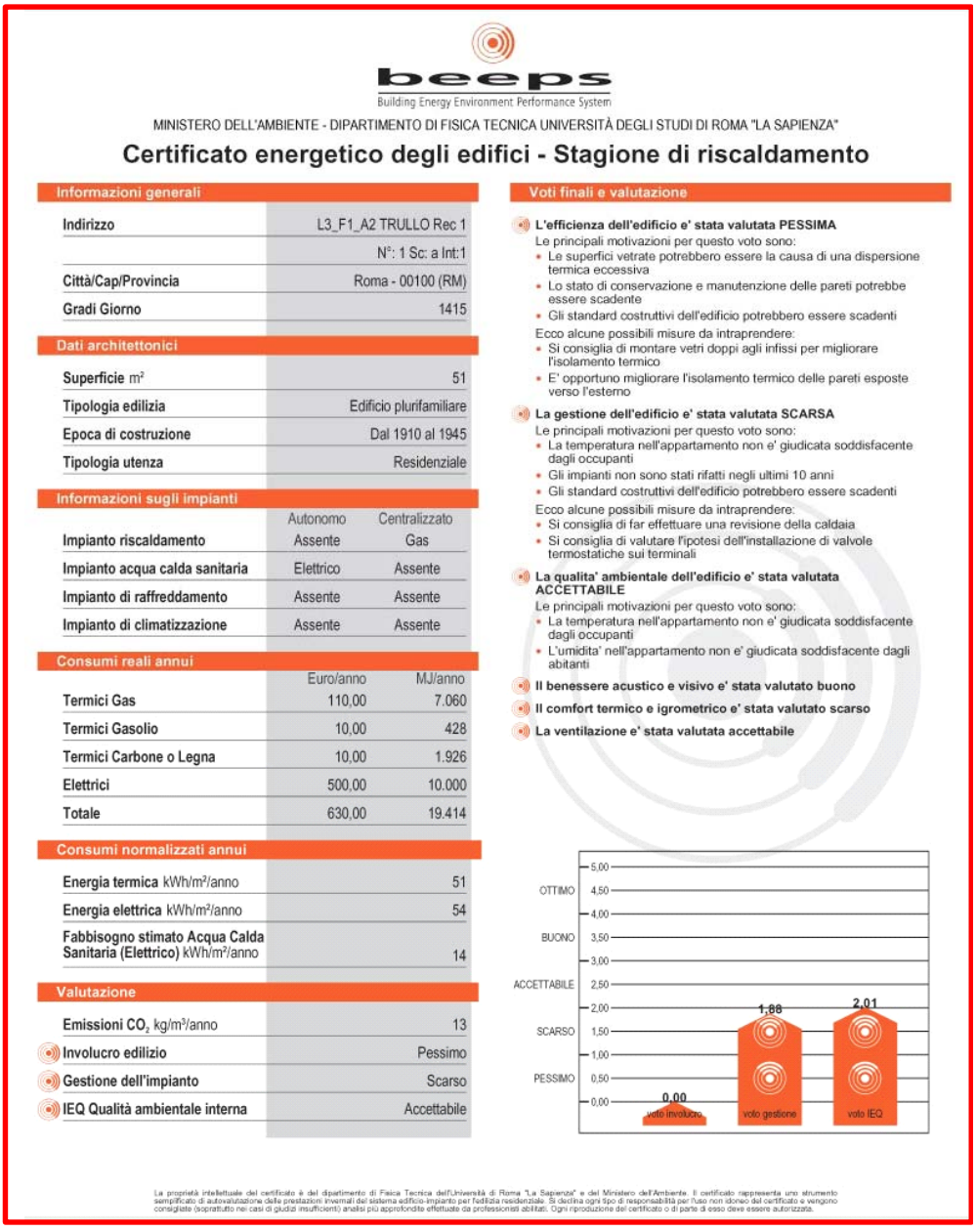
5. informazioni sull'accettabilità degli ambienti


Indicatori qualità ambientale (IQA)
Permettono di ricavare una valutazione sulla qualità ambientale dell'appartamento nel suo complesso in base alle caratteristiche di importanza e accettabilità degli ambienti interni fornite dagli occupanti. La valutazione per ogni singolo aspetto (Rumore, Illuminazione artificiale, Illuminazione naturale....) viene misurato assegnando una coppia di valori:
Importanza: esprime il peso soggettivo per ogni singolo aspetto. Il valore può assumere un numero che varia da -3 (molto bassa) a +3 (molto elevata).
Giudizio: valutazione del singolo fattore ambientale variabile da -3 (pessimo) a +3 (ottimo). Esprime l'accettabilità soggettiva relativa ad ogni singolo aspetto.
IQA1 Rumore
Stima del benessere acustico negli ambienti interni all'appartamento
-3 -2 -1 0 1 2 3
Importanza
Giudizio
IQA2 Illuminazione artificiale
IQA3 Illuminazione naturale
IQA4 Temperatura *
IQA5 Umidità relativa
IQA6 Stato di manutenzione generale *
Valutazione dello stato di conservazione e manutenzione dello stabile, nel suo insieme (Intonaci, fessurazioni, infiltrazioni etc.) in cui si trova l'appartamento.
IQA7 Ventilazione
Stima dei ricambi d'aria negli ambienti (stagnazione di odori, fumo etc)
I campi contrassegnati da * devono essere compilati obbligatoriamente
Indietro
Continua

Dai dati inseriti si ottiene:

- Una votazione in scala opportuna che esprime il soddisfacimento dei requisiti energetico-ambientali dell'edificio.
- Informazioni utili che riguardano il comportamento dell'edificio in un'ottica di compravendita dell'edificio
- Una lista di possibili interventi per migliorare il comportamento dell'edificio.
- L'indicazione delle necessità di una valutazione di secondo livello.

La figura successiva rappresenta l'output finale risultante dall'applicazione della metodologia.



beeps
Building Energy Environment Performance System

MINISTERO DELL'AMBIENTE - DIPARTIMENTO DI FISICA TECNICA UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA "LA SAPIENZA"

Certificato energetico degli edifici - Stagione di riscaldamento

Informazioni generali

Indirizzo	L3_F1_A2 TRULLO Rec 1
	N°: 1 Sc: a Int:1
Città/Cap/Provincia	Roma - 00100 (RM)
Gradi Giorno	1415

Dati architettonici

Superficie m²	51
Tipologia edilizia	Edificio plurifamiliare
Epoca di costruzione	Dal 1910 al 1945
Tipologia utenza	Residenziale

Informazioni sugli impianti

	Autonomo	Centralizzato
Impianto riscaldamento	Assente	Gas
Impianto acqua calda sanitaria	Elettrico	Assente
Impianto di raffreddamento	Assente	Assente
Impianto di climatizzazione	Assente	Assente

Consumi reali annui

	Euro/anno	MJ/anno
Termici Gas	110,00	7.060
Termici Gasolio	10,00	428
Termici Carbone o Legna	10,00	1.926
Elettrici	500,00	10.000
Totale	630,00	19.414

Consumi normalizzati annui

Energia termica kWh/m²/anno	51
Energia elettrica kWh/m²/anno	54
Fabbisogno stimato Acqua Calda Sanitaria (Elettrico) kWh/m²/anno	14

Valutazione

Emissioni CO_2 kg/m³/anno	13
Involucro edilizio	Pessimo
Gestione dell'impianto	Scarso
IEQ Qualità ambientale interna	Accettabile

Voti finali e valutazione

L'efficienza dell'edificio e' stata valutata PESSIMA
Le principali motivazioni per questo voto sono:
- Le superfici vetrate potrebbero essere la causa di una dispersione termica ecessiva
- Lo stato di conservazione e manutenzione delle pareti potrebbe essere scadente
- Gli standard costruttivi dell'edificio potrebbero essere scadenti

Ecco alcune possibili misure da intraprendere:
- Si consiglia di montare vetri doppi agli infissi per migliorare l'isolamento termico
- E' opportuno migliorare l'isolamento termico delle pareti esposte verso l'esterno

La gestione dell'edificio e' stata valutata SCARSA
Le principali motivazioni per questo voto sono:
- La temperatura nell'appartamento non e' giudicata soddisfacente dagli occupanti
- Gli impianti non sono stati rifatti negli ultimi 10 anni
- Gli standard costruttivi dell'edificio potrebbero essere scadenti

Ecco alcune possibili misure da intraprendere:
- Si consiglia di far effettuare una revisione della caldaia
- Si consiglia di valutare l'ipotesi dell'installazione di valvole termostatiche sui terminali

La qualita' ambientale dell'edificio e' stata valutata ACCETTABILE
Le principali motivazioni per questo voto sono:
- La temperatura nell'appartamento non e' giudicata soddisfacente dagli occupanti
- L'umidita' nell'appartamento non e' giudicata soddisfacente dagli abitanti

Il benessere acustico e visivo e' stata valutato buono

Il comfort termico e igrometrico e' stata valutato scarso

La ventilazione e' stata valutata accettabile

La proprietà intellettuale del certificato è del dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università di Roma "La Sapienza" e del Ministero dell'Ambiente. Il certificato rappresenta uno strumento semplificato di autovalutazione della prestazioni invernali del sistema edificio-impianto per l'edilizia residenziale. Si declina ogni tipo di responsabilità per l'uso non idoneo del certificato e vengono consigliate (soprattutto nei casi di giudizi insufficienti) analisi più approfondite effettuate da professionisti abilitati. Ogni riproduzione del certificato o di parte di esso deve essere autorizzata.

Vai al sito: http://www.beepsitalia.it/index.htm

4 LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI NEL COMUNE DI MASSA

Il presente documento illustra le modalità di svolgimento ed i risultati raggiunti nell'ambito dell'individuazione ed applicazione di una metodologia per la certificazione energetica degli edifici del Comune di Massa, così come previsto ai punti 2b-2c del Progetto "Risorse rinnovabili e risparmio energetico nel Comune di Massa: azioni concrete per Agenda 21".

Tale metodologia è stata condivisa nell'ambito del GdL attivato per lo svolgimento delle attività previste dal Progetto RIMA 21 – Linea 1 "Risparmio energetico".

4.1 METODOLOGIA SEMPLIFICATA PER LA SELEZIONE DEL CAMPIONE DI EDIFICI

Una corretta diagnosi energetica di un edificio richiede la raccolta di numerosi dati climatici, dati costruttivi sull'edificio, sui consumi energetici, sul contesto urbano. Per focalizzare l'attenzione sugli edifici più 'energivori' nel Comune di Massa, il gruppo di lavoro del Progetto RIMA 21 ha ritenuto opportuno far precedere la diagnosi energetica vera e propria da un'indagine semplificata. Tale indagine, estesa a tutto il parco edilizio di proprietà comunale, ha consentito di individuare in modo semplice e rapido un gruppo di edifici campione, sui quali è stata successivamente applicata la diagnosi approfondita.

L'indagine semplificata è stata effettuata applicando una metodologia elaborata da ENEA e FIRE (1997-98), che consente di conoscere la "qualità energetica" delle scuole prese in esame, valutata rispetto al valore medio del parco scolastico nazionale. Consente, inoltre, a chi la utilizza di individuare gli interventi più semplici e di minor costo per migliorare la qualità energetica, e di valutare l'opportunità di far effettuare, da specialisti energetici, diagnosi più approfondite e progetti di interventi più complessi.

La scelta di utilizzare la metodologia ENEA/FIRE è risultata coerente con le esigenze di progetto anche in considerazione del fatto che quasi tutto il parco edilizio del Comune di Massa è costituito da scuole.

Il metodo di analisi utilizzato per individuare i consumi energetici è di rapida e facile esecuzione, richiede pochi dati di base e tutti facilmente reperibili:

- volumetria lorda riscaldata;
- superficie lorda calpestabile;
- superficie disperdente dell'edificio;
- consumi annui di combustibile e di energia elettrica degli ultimi 3 anni;
- gradi-giorno[1] della località del comuni di ubicazione dell'edificio.

La valutazione di merito della qualità energetica della scuola in esame avviene attraverso il confronto dei consumi energetici specifici di questa, opportunamente "normalizzati", con quelli medi ottenuti da un campione rappresentativo di scuole similari. In particolare i consumi specifici della scuola in esame vengono valutati in base alla loro collocazione nelle "classi di merito", elaborate con i consumi specifici del campione. Da questo confronto emerge la "qualità energetica" della scuola nell'ambito delle scuole similari.

La metodologia consta di 5 fasi, ciascuna delle quali viene di seguito descritta.

[1] Per la definizione esatta di GG si rimanda al DPR 412/93.

Fase 1

I consumi di energia per riscaldamento vengono rilevati dalle bollette o fatture della centrale o delle centrali termiche della scuola in esame relative ai 3 anni antecedenti a quello della diagnosi. Si sommano i consumi di combustibile dei 3 anni e si dividono per 3 ottenendo così il consumo annuo medio di combustibile. Si prosegue analogamente per l'energia elettrica ottenendo anche in questo caso il consumo medio annuo.

Nel caso in cui la gestione degli impianti energetici sia regolata con un contratto di servizio energia, i dati di consumo devono essere forniti dal gestore del servizio che li deve rilevare dal libretto di centrale.

Se nei 3 anni precedenti a quello della diagnosi si sono avute variazioni significative della volumetria della scuola occorre tenerne conto nel calcolo dei consumi medi, incrementando o riducendo i consumi dell'anno in cui è avvenuta la variazione di una percentuale che tiene conto della variazione di volume e della frazione di anno corrispondente alla variazione.

I dati dei consumi annui di combustibile e di energia vanno, quindi, inseriti nelle apposite tabelle: nel caso in cui il riscaldamento avvenga utilizzando più tipi di combustibile occorre registrare separatamente i singoli consumi annui espressi nelle relative unità di misura commerciali. Successivamente, nella fase di calcolo degli indicatori energetici, i consumi saranno trasformati in kWht e sommati tra di loro.

Fase 2

La valutazione della volumetria lorda riscaldata V si ricava dai disegni, se sono disponibili, oppure attraverso la misura diretta dell'edificio. Nella V sono compresi i muri esterni e vanno escluse quelle parti dell'edificio non riscaldate (interrati, mansarde, magazzini, etc.). Se la scuola si compone di più edifici, V sarà la somma delle volumetrie dei singoli edifici.

Analogamente alla volumetria, la superficie lorda ai piani A_p viene ricavata dalle planimetrie degli edifici o, in mancanza di queste, con rilievi diretti comprendendo nelle misure anche i muri divisori, esclusi i muri perimetrali. Se la scuola si compone di più edifici A_p sarà la somma delle superfici ai piani dei singoli edifici.

La superficie disperdente S è data dalla somma delle singole superfici che avvolgono il volume lordo riscaldato V (pareti perimetrali, tetti, solai di piano terra). Se la scuola si compone di più edifici, S sarà la somma delle superfici disperdenti dei singoli edifici.

Fase 3

Per i confronti tra i consumi di combustibile per riscaldamento occorre tener conto delle differenze climatiche delle località in cui sono situate le scuole. A tale scopo i consumi specifici vengono "destagionalizzati" attraverso i Gradi-Giorno (GG) che sono ottenuti come sommatoria delle differenze tra la temperatura interna di progetto (20°C) e la temperatura media giornaliera esterna, per tutti i giorni di riscaldamento della stagione invernale di una determinata località.

Poiché per la maggior parte dei Comuni non sono disponibili i GG effettivi anno per anno, si adottano quelli di legge (All. A del DPR 412/93), calcolati su base pluriennale. Se fossero disponibili quelli effettivi, si assumerebbe il valore medio dei GG degli ultimi 3 anni, in analogia a quanto fatto per i consumi di combustibile.

Se la scuola è localizzata ad un'altitudine sostanzialmente diversa (superiore o inferiore ad almeno 80 m) da quella della Casa Comunale la cui latitudine è riportata in corrispondenza dei GG nell'allegato A del DPR 412/93, i GG della scuola vengono rettificati, come prescritto dallo stesso DPR 412/93.

Fase 4

A parità di volume riscaldato di 2 edifici quello che ha una maggiore superficie disperdente consuma necessariamente più energia per il riscaldamento. L'incidenza di questo elemento è notevole per cui il consumo specifico delle scuole in esame, perché sia comparabile con i consumi di riferimento delle scuole campioni, deve essere normalizzato, rispetto alla forma media di queste ultime, con un fattore che tenga conto della sua forma. Quest'ultima viene espressa dal rapporto tra la superficie disperdente dell'edificio e il suo volume lordo riscaldato (S/V).

Il volume riscaldato V e la superficie disperdente S sono già noti (vedi Fase 2). Si calcola dunque il rapporto S/V. In corrispondenza di questo rapporto e della tipologia di scuola in esame si ricava, dalla tabella che segue, il fattore normalizzato F_e.

Figura 5. Fattore di normalizzazione Fe in relazione alla tipologia di scuola

Materne	
S/V m^2/m^3	F_e
sino a 0,40	1,2
da 0,41 a 0,50	1,1
da 0,51 a 0,60	1,0
Oltre 0,60	0,9

Elementari	
S/V m^2/m^3	F_e
sino a 0,30	1,2
da 0,31 a 0,35	1,1
da 0,36 a 0,40	1,0
da 0,41 a 0,45	0,9
Oltre 0,45	0,8

Medie-Sec. Superiori	
S/V m^2/m^3	F_e
sino a 0,25	1,1
da 0,26 a 0,30	1,0
da 0,31 a 0,40	0,9
Oltre 0,40	0,8

In questo caso il fattore di normalizzazione vale sia per i consumi di energia termica che per quelli di elettricità in quanto entrambi dipendono dalle ore di funzionamento della scuola.

Fase 5

Per calcolare i due Indicatori Energetici Normalizzati IEN_R, per il riscaldamento, e IEN_E, per i consumi di energia elettrica, i dati precedentemente stimati vengono inseriti nelle schede seguenti, elaborate da ENEA e FIRE.

Tabella 1. Scheda per il calcolo dello IENR per riscaldamento (elaborazione ENEA-FIRE)

MODELLO PER IL CALCOLO DELLO IEN_R PER RISCALDAMENTO	
NOME SCUOLA:	TIPO SCUOLA:
LOCALITÀ:	DATA:

FASE 1 CONSUMI ANNUI MEDI DI COMBUSTIBILE PER RISCALDAMENTO

Gas Metano:	.....	m^3 x 9,59 =	..... kWh_t
Gasolio:	.....	L x 11,86 =	..... kWh_t
Olio Fluido:	.....	L x 11,40 =	..... kWh_t
G P L:	.....	L x 12,79 =	..... kWh_t
Legna:	.....	kg x 2,91 =	..... kWh_t
Carbone fossile:	.....	kg x 8,15 =	..... kWh_t
Calore di rete:	.....	MJ x 0,37 =	..... kWh_t

Totale consumo annuo scuola = ... kWh_t [A]

FASE 2 VOLUMETRIA LORDA RISCALDATA

V = ... m^3 [B]

FASE 3 GRADI-GIORNO CONVENZIONALI DELLA LOCALITÀ' IN CUI È' SITUATA LA SCUOLA

GG = ... [C]

FASE 4 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE DEL CONSUMO F_e DOVUTO ALLA FORMA DELL'EDIFICIO (S / V)

F_e = ... [D]

FASE 5 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE F_h RISPETTO ALL'ORARIO DI FUNZIONAMENTO DELLA SCUOLA

F_h = ... [E]

CALCOLO DELL'INDICATORE ENERGETICO NORMALIZZATO IEN_R PER RISCALDAMENTO

$$IEN_R = \frac{[A] \bullet [D] \bullet [E] \bullet 1000}{[B] \bullet [C]} = \text{.....} \; Wh_t / m^3 \times GG \times \text{anno}$$

Tabella 2. Scheda per il calcolo dello IENE per consumo d'energia elettrica (elaborazione ENEA-FIRE)

MODELLO PER IL CALCOLO DELLO IEN_E PER CONSUMO EN.ELETTRICA	
NOME SCUOLA:	TIPO SCUOLA:
LOCALITÀ:	DATA:
FASE 1 CONSUMI ANNUI MEDI DI ENERGIA ELETTRICA	
Contratto (Contatore) n°	..... kWh_e
Contratto (Contatore) n°	..... kWh_e
Contratto (Contatore) n°	..... kWh_e
Contratto (Contatore) n°	..... kWh_e
Contratto (Contatore) n°	..... kWh_e
Totale consumo annuo scuola =	..... kWh_e [A]
FASE 2 SUPERFICIE LORDA AI PIANI DELL'EDIFICIO	
A_p =	..... m^2 [B]
FASE 5 FATTORE DI NORMALIZZAZIONE F_h RISPETTO ALL'ORARIO DI FUNZIONAMENTO DELLA SCUOLA	
F_h =	..... [C]
CALCOLO DELL'INDICATORE ENERGETICO NORMALIZZATO IEN_E PER IL CONSUMO ENERGIA ELETTRICA	
$IEN_E = \frac{[A] \bullet [C]}{[B]}$ = ... kWh_e / m^2 x anno	

Una volta calcolati gli IEN, viene effettuata la valutazione mediante raffronto con i consumi specifici di riferimento relativi ad un campione significativo della realtà nazionale.

Nelle tabelle che seguono sono riportati i valori di riferimento organizzati per tipologia scolastica e per classe di merito rispetto alla qualità energetica.

Le classi di merito della scuola in esame si individuano in base alla collocazione nelle tabelle di riferimento degli IEN trovati.

Tabella 3. Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento (Wht/m3 x GG x anno)

TIPOLOGIA SCUOLA	BUONO	SUFFICIENTE	INSUFFICIENTE
Materne	≤ 18,5	≥ 18,5 e ≤ 23,5	≥ 23,5
Elementari	≤ 11,0	≥ 11,0 e ≤ 17,5	≥ 17,5
Medie, Secondarie Sup.	≤ 11,5	≥ 11,5 e ≤ 15,5	≥ 15,5

Tabella 4. Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica (kWhe / m^2 x anno)

TIPOLOGIA SCUOLE	BUONO	SUFFICIENTE	INSUFFICIENTE
Materne	≤ 11,0	≥ 11,0 e ≤ 16,5	≥ 16,5
Elementari, Medie, Secondarie Sup. (tranne Ist. Tecn. Ind. e Ist. Prof. Ind.)	≤ 9,0	≥ 9,0 e ≤ 12,0	≥ 12,0
Ist. Tecn. Ind., Ist. Prof. Ind.	≤ 12,5	≥ 12,5 e ≤ 15,5	≥ 15,5

Se i valori di IEN sono compresi nelle classi di merito considerate "Sufficiente", la scuola in esame rientra nella media e non dovrebbe presentare sprechi energetici considerevoli. Questo non esclude, soprattutto se gli IEN sono situati in prossimità dei valori più alti degli intervalli, che sia possibile migliorare l'efficienza energetica.

Se gli IEN trovati sono collocabili nella classe "Buono" l'edificio dovrebbe presentare impianti efficienti e una buona gestione. Anche in questo caso non si possono escludere miglioramenti utilizzando soprattutto tecnologie e metodi di gestione innovativi.

Se gli IEN sono collocabili nella classe "Insufficiente", occorre decisamente approfondire la diagnosi per individuare gli interventi sia di tipo gestionale che tecnologico più adeguati alla situazione specifica degli edifici.

4.2 RISULTATI DELLA METODOLOGIA SEMPLIFICATA APPLICATA ALLE SCUOLE DEL COMUNE DI MASSA

Le schede seguenti sono quelle elaborate sulle scuole del Comune di Massa e riportano il calcolo degli Indici di Efficienza Normalizzati per riscaldamento e per consumi di energia elettrica.

Le schede sono state sviluppate prendendo in esame tutti i 45 istituti scolastici presenti sul territorio comunale di Massa. A titolo esemplificativo, in queste pagine è riportato uno stralcio delle tabelle di calcolo per le scuole.

La prima scheda è relativa al calcolo dell'IEN_R. Come si vede, nell'ultima colonna sono state inserite anche le classi di merito relativo a ciascun edificio scolastico, secondo la classificazione già descritta in precedenza.

Tabella 5. Calcolo dell'IEN_R per riscaldamento relativo ad alcune scuole del Comune di Massa

Tipologia Edificio	Nome e località	Indirizzo	Consumi annui medi di combustibile per riscaldamento kWh_T	Volumetria lorda riscaldata m^3	Gradi giorno (°C)	Fattore di normalizzazione Fe (dovuto alla forma dell'edificio - Sup. disperdente/V)	Fattore di normalizzazione Fh (rispetto all'orario di funzionamento della scuola)	IEN_R $Wh_T/m^3xGGxanno$	Classi di merito
			(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	$\frac{(A)x(D)x(E)x10^{\wedge}3}{(B)x(C)}$	
Scuola Elementare	Castagnola di Sotto	Via Castagnola di Sotto	52.266	2.411	1.525	0,8	1,2	**13,6**	**S**
Scuola Materna / Elementare	"Dante Alighieri" Centro Città	Via San G. B. La Salle	303.379	9.949	1.525	1,1	1	**22,0**	**I**
Scuola Media	"L.Staffetti" Cervara	Viale Stazione	151.234	18.212	1.525	1,0	0,9	**4,9**	**B**
Scuola Materna / Elementare	"Salvo d'Acquisto" Cervara	Via Cervara	228.779	4.805	1.525	0,8	1,2	**30,0**	**I**
Scuola Materna / Elementare	"E. De Amicis" Turano	Via Aurelia Sud	113.263	5.364	1.525	1,0	1	**13,8**	**S**
Scuola Materna speciale	Marina - Partaccia	Via del Casone n° 136	166.387	6.900	1.525	0,9	1	**14,2**	**B**
Scuola Elementare	Marina - Bondano	Via Fivizzano n° 37	88.516	3.357	1.525	0,8	1,2	**16,6**	**S**
Scuola Elementare	"Guido Bresciani" S. Giuseppe Vecchio	Via Pisa	94.366	4.107	1.525	0,8	1,2	**14,5**	**S**

La seconda scheda si riferisce al calcolo dell'IEN_E per consumo di energia elettrica: rispetto alla scheda precedente si fa riferimento alla superficie lorda ai piani dell'edificio piuttosto che alla volumetria lorda riscaldata; inoltre si utilizza solo un fattore di normalizzazione, F_h, relativo all'orario di funzionamento della scuola.

Tabella 6. Calcolo dell'IEN_E per consumo d'energia elettrica relativo ad alcune scuole del Comune di Massa

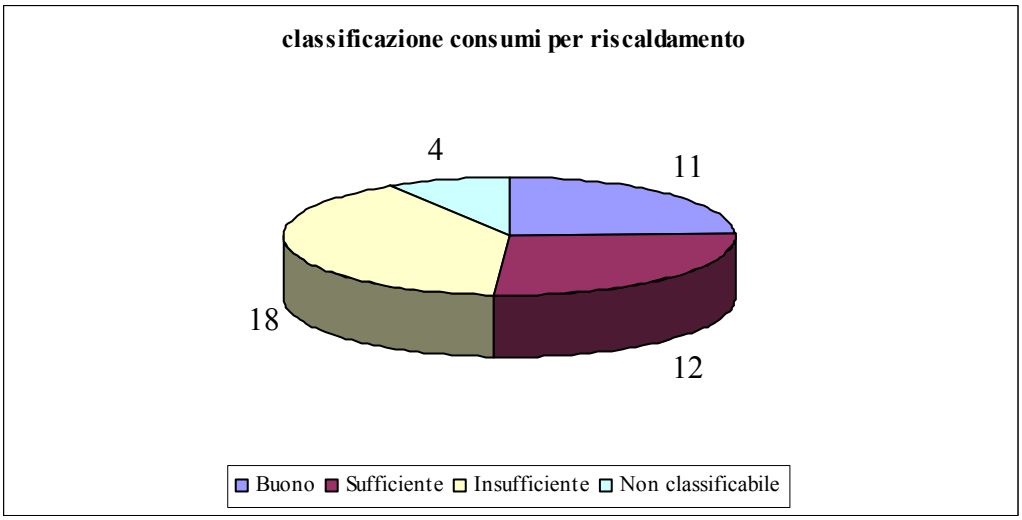
TIPOLOGIA EDIFICIO	NOME E LOCALITÀ	INDIRIZZO	CONSUMI ANNUI MEDI DI ENERGIA ELETTRICA kWHT	SUPERFICIE LORDA AI PIANI DELL'EDIFICIO M2	FATTORE DI NORMALIZZAZIONE FH (RISPETTO ALL'ORARIO DI FUNZIONAMENTO DELLA SCUOLA)	IENR WHT/M3XGGXANNO	CLASSI DI MERITO
			(A)	(B)	(E)	(A)x(D)x(E)x1000(B)x(C)	
Scuola Elementare	Castagnola di Sotto	Via Castagnola di Sotto	9401	581	1,2	**19**	**I**
Scuola Materna ed Elementare	"Dante Alighieri" Centro Città	Via San G. B. La Salle	26514	2689	1	**10**	**S**
Scuola Media	"L.Staffetti" Cervara	Viale Stazione	30992	4380	0,9	**6**	**B**
Scuola Materna ed Elementare	"Salvo d'Acquisto" Cervara	Via Cervara	9989	1378	1,2	**9**	**S**
Scuola Materna ed Elementare	"E. De Amicis" Turano	Via Aurelia Sud	5325	941	1	**6**	**B**
Scuola Materna speciale	Marina - Partaccia	Via del Casone n° 136	7436	1815	1	**4**	**B**
Scuola Elementare	Marina - Bondano	Via Fivizzano n° 37	7269	857	1,2	**10**	**S**
Scuola Elementare	"Guido Bresciani" S. Giuseppe Vecchio	Via Pisa	11816	1053	1,2	**13**	**I**

I risultati relativi alla classificazione dei consumi per riscaldamento relativi a ciascun edificio scolastico sono riassunti nel grafico sottostante.

Dall'analisi emerge che gli IEN_R, relativi agli edifici scolastici, per il 24% sono classificati "buoni" e per il 27% sono classificati "sufficienti". Ciò significa che nel complesso il 51% degli edifici, quindi poco più della metà, presenta degli impianti di riscaldamento efficienti o comunque che non determinano sprechi energetici.

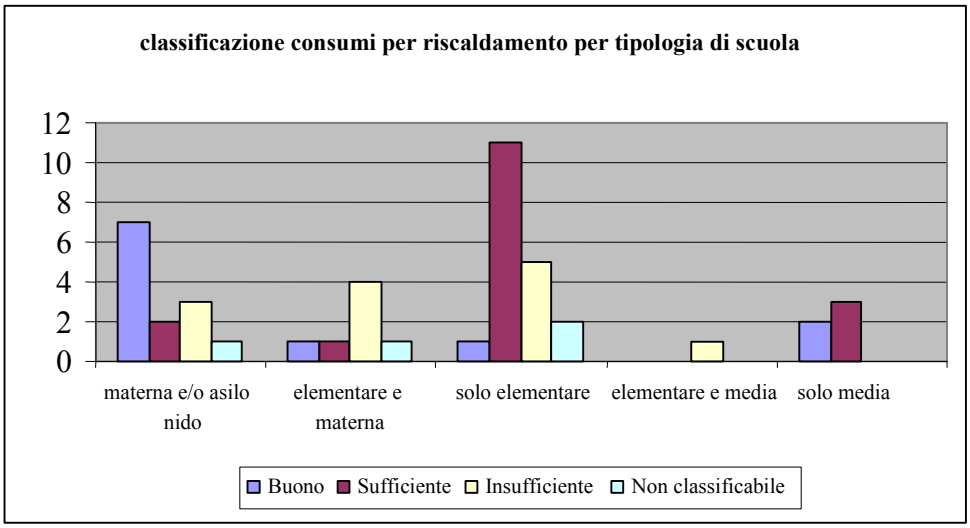
Tolto il 9% delle scuole per cui non è stato possibile associare una classe di merito, resta un sostanzioso 40% di edifici che risultano inefficienti dal punto di vista energetico.

Figura 6. Numero di scuole per classe di merito associata ai relativi IEN_R per riscaldamento



Facendo riferimento alla tipologia delle scuole prese in esame (vedi grafico seguente), si possono fare altre considerazioni. Le scuole medie sono quelle che presentano il quadro più positivo: non vi sono edifici con IEN_R "insufficiente". Bene anche le scuole materne e gli asili nido: ben 7 dei 13 istituti hanno un IEN_R "buono" mentre sono "insufficienti" solo quelli relativi a 3 edifici. La situazione peggiore si riscontra invece negli istituti in cui sono presenti contemporaneamente scuole elementari e materne: 4 edifici su 7 hanno un IEN_R "insufficiente".

Figura 7. Numero di scuole per classe di merito associata ai relativi IEN_R per riscaldamento



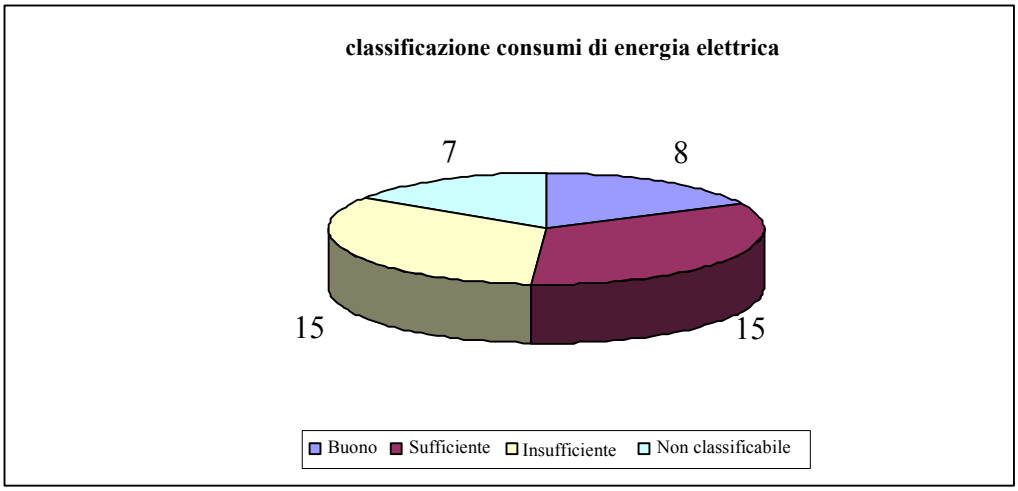
Per quanto riguarda i consumi elettrici, nel complesso i risultati sono in linea con quelli relativi ai consumi per il riscaldamento.

Leggendo i dati riassunti nel grafico sottostante, si osserva che il numero di edifici, per cui i relativi IEN_E sono stati classificati "buoni", rappresenta il 18% dell'intero campione mentre quello degli istituti che hanno un indice "sufficiente" corrisponde al 33%.

A fronte di un insieme di edifici efficienti dal punto di vista dei consumi elettrici che raggiunge il 51% del totale, gli IEN_E classificati "insufficienti" riguardano il 33% delle scuole esaminate.

Anche in questo caso però c'è da tener in considerazione il fatto che ci sono edifici, il 16% del totale, per cui non è stato possibile stimare il valore di IEN_E.

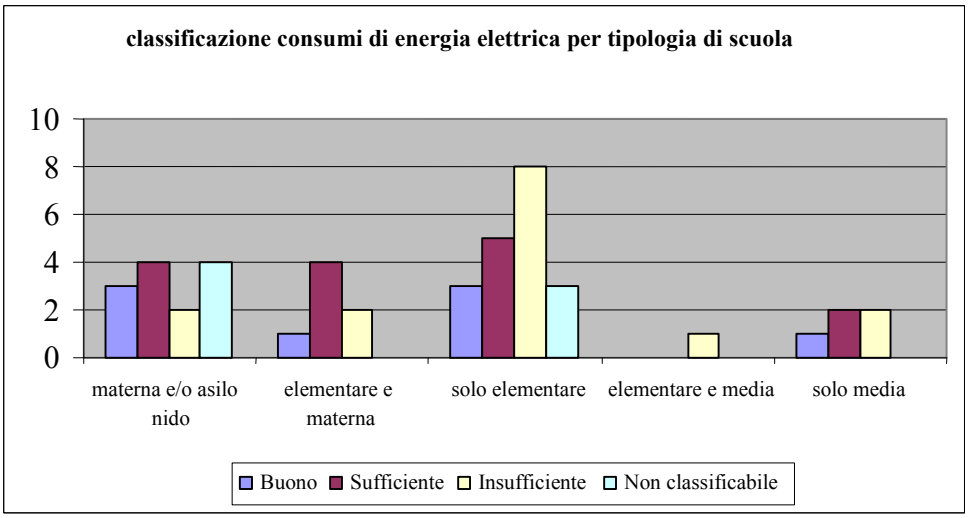
Figura 8. Numero di scuole per classe di merito associata ai relativi IEN_E per consumi di energia elettrica



Il grafico sottostante permette di fare un'analisi sull'efficienza degli edifici a seconda della tipologia di scuola insediata.

La situazione peggiore è per le scuole elementari: considerando solo gli edifici che è stato possibile classificare, il 50% ha un IEN_E "insufficiente". Anche l'IEN_E relativo all'unico edificio in cui sono presenti contemporaneamente una scuola elementare e una media risulta "insufficiente". Le situazione migliore è quella degli edifici in cui sono presenti contemporaneamente scuole elementari e materne: 5 istituti su 7 hanno un IEN_E "sufficiente" o "buono". Sembrerebbe positivo pure il quadro relativo alle scuole materne e asili nidi: il risultato, tuttavia, è influenzato fortemente dall'elevato numero di istituti per cui non è stato possibile classificare l'IEN_E. Di conseguenza, a seconda di come successivamente verranno classificati questi edifici, l'analisi avrà una diversa chiave di lettura.

Figura 9. Numero di scuole per classe di merito associata ai relativi IEN_E per consumi di energia elettrica



Dall'analisi congiunta dei risultati associati al calcolo degli IEN_R e IEN_E risulta che complessivamente sono 23 gli edifici ai quali corrisponde una classe di merito "insufficiente", relativamente ad almeno uno dei due indici.

Più in dettaglio, gli edifici che presentano un IEN_R "insufficiente" sono 12 mentre sono 15 gli istituti per i quali l'IEN_E è collocato nella stessa classe di merito. Ne viene che vi sono ben 4 edifici che risultano inefficienti sia per i consumi energetici finalizzati al riscaldamento sia per i consumi elettrici. Di seguito vengono elencati tali istituti:

- Scuola Materna ed Elementare "La Giostra" in località Santa Lucia;
- Scuola Elementare "Alteta" in località Alteta (Madonna Uliveti);
- Scuola Elementare "Villette B" in località Poggiolo (Taffaria);
- Scuola Elementare "Ronchi" in località Marina - Ronchi.

Tabella 7. Scheda riassuntiva che presenta l'indicazione delle scuole aventi un IEN_R e/o un IEN_E "insufficiente" con note integrative che spiegano le possibili cause di inefficienza

TIPOLOGIA EDIFICIO	LOCALITÀ	IEN_R INSUFFICIENTE	IEN_E INSUFFICIENTE	NOTE
Scuola Elementare e Materna	Forno	X		zona climatica dove c'è poco irraggiamento solare (addossata a montagne)
Scuola Elementare	Casette	X		zona montana (concesse proroghe di riscaldamento in primavera)
Scuola Materna	Bergiola Maggiore	X		zona montana (concesse proroghe di riscaldamento in primavera)
Scuola Materna	"Antona" Casette	X		zona montana (concesse proroghe di riscaldamento in primavera)
Scuola Elementare	"M. Battistini" Mirteto		X	scuola a tempo pieno, dotazione di una cucina
Scuola Elementare e Materna	Ortola e Frangola		X	scuola a tempo pieno, dotazione di una cucina
Asilo Nido	"La Giostra" Ortola e Frangola	X		scuola di cemento armato molto vetrata
Scuola Materna ed Elementare	"La Giostra" Santa Lucia	X	X	direzione didattica sempre in funzione fino a sera
Scuola Media	"Bertagnini" Centro città (Pomerio Ducale)		X	attività durante tutto il giorno (palestra, classi di musica, di disegno, etc.)
Scuola Elementare	Pariana	X		zona montana (concesse proroghe di riscaldamento in primavera)
Scuola Elementare e Media	"Parini" Romagnano		X	attività serale, tempo pieno, presenza di una direzione didattica e di una palestra
Scuola Elementare	Castagnola di Sotto		X	---
Scuola Materna ed Elementare	"Dante Alighieri" Centro Città	X		attività ricreative serali, dotazione di una cucina
Scuola Materna	"Camponelli" Centro Città		X	costruzione in prefabbricato, dotazione di una cucina
Scuola Materna e Elementare	"Salvo d'Acquisto" Cervara	X		---
Scuola Elementare	Alteta (Madonna Uliveti)	X	X	---
Scuola Elementare	"Villette B" Poggiolo (Taffaria)	X	X	---
Scuola Elementare	"V. Guid. Bagaglione" S. Cristoforo		X	impianto illuminazione pubblica allacciato
Asilo nido	"La Mimosa" S. Leonardo e Puliche		X	costruzione in prefabbricato, dotazione di scaldabagno elettrico (19 boiler)
Scuola Elementare	"Guido Bresciani" S. Giuseppe Vecchio		X	presenza di una direzione didattica
Scuola Media	"Don Milani" S. Giuseppe Vecchio		X	dotazione di una palestra e di un auditorium, scuola di musica, università terza età serale
Scuola Elementare	Marina - Ronchi	X	X	tempo prolungato,contenzioso in atto su caldaia non sufficiente (cattivo funzionamento)
Scuola Elementare	Marina - Ronchi (Poveromo)		X	poco irraggiamento solare dovuto alla presenza di una pineta

I risultati dell'analisi condotta attraverso la valutazione degli indici energetici normalizzati per il riscaldamento e per i consumi di energia elettrica sui 45 istituti scolastici presenti sul territorio comunale di Massa visibili attraverso il link sottostante. Per ogni scuola è stata prodotta una scheda che ne riassume le caratteristiche dal punto di vista dei consumi energetici.

Vai alle 45 schede di calcolo energetico degli edifici scolastici

4.3 METODOLOGIA DI DIAGNOSI ENERGETICA DEGLI EDIFICI

L'analisi descritta nel paragrafo precedente ha permesso una prima classificazione dell'efficienza energetica delle scuole. Questa è stata realizzata confrontando le classi di merito, elaborate a partire dai consumi medi ottenuti da un campione rappresentativo di scuole similari, con degli indici normalizzati associati a ciascuna scuola presa in esame, calcolati a partire dai consumi energetici reali.

Una volta raggiunti questi risultati preliminari, il passo successivo è stato quello di voler stimare il reale fabbisogno energetico che assicuri il riscaldamento ideale di ciascuna scuola. Per far ciò è stato necessario implementare un nuovo modello di calcolo, sviluppato a partire dalle metodologie indicate dalla UNI EN 832 *"Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento"* e dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) in *"Prestazioni energetiche degli edifici"*.

Il metodo di calcolo di seguito presentato è basato sul bilancio energetico in regime stazionario, ma tiene conto anche delle variazioni di temperatura esterna e interna e, attraverso un fattore di utilizzazione, dell'effetto dinamico degli apporti solari ed interni.

Questo metodo può essere utilizzato per diverse applicazioni quali, ad esempio:

1. valutazione del rispetto delle regolamentazioni in funzione dei fabbisogni energetici;
2. ottimizzazione delle prestazioni energetiche di un edificio in fase di progetto, applicando la metodologia di calcolo a diverse possibili soluzioni;
3. calcolo del livello convenzionale delle prestazioni energetiche degli edifici esistenti;
4. valutazione dell'effetto di possibili misure di risparmio energetico su un edificio esistente calcolandone il fabbisogno energetico con o senza le misure di risparmio energetico.

4.3.1 PROCEDIMENTO DI CALCOLO PER IL FABBISOGNO ENERGETICO DI UN EDIFICIO

Il risultato finale della valutazione è il calcolo del fabbisogno di energia termica Qh (espresso in kWh). Tale fabbisogno, secondo la (1) è dato dalla differenza tra 2 contributi: la dispersione termica totale Ql e l'apporto di calore totale Qg, ridotto quest'ultimo di un certo fattore di utilizzazione η.

$$(1) \qquad Qh = Ql - \eta Qg$$

Il calcolo avviene attraverso 6 passi successivi di seguito descritti.

Passo 1

Dapprima è necessario individuare il periodo di utilizzo degli impianti di riscaldamento. A tal proposito bisogna far riferimento al DPR n. 412/1993, in cui si associa a ciascuna zona climatica il corrispondente periodo durante il quale è permesso l'utilizzo degli impianti di riscaldamento e le ore giornaliere di esercizio.

Le zone climatica vengono definite in base ai Gradi Giorno del Comune preso in esame secondo l'indicazione della tabella sottostante tratta dal DPR n. 412/1993.

Tabella 8. Corrispondenze tra Gradi Giorno, zona climatica e periodo/ore giornaliere di funzionamento degli impianti di riscaldamento (fonte: DPR n.412/1993)

GRADI GIORNO °C	ZONA CLIMATICA	PERIODO DI FUNZIONAMENTO	ORE GIORNALIERE
≤ 600	Zona A	1 dicembre – 15 marzo	6
> 600 e ≤ 900	Zona B	1 dicembre – 31 marzo	8
> 900 e ≤ 1.400	Zona C	15 novembre – 31 marzo	10
> 1.400 e ≤ 2.100	Zona D	1 novembre – 15 aprile	12
> 2.100 e ≤ 3.000	Zona E	15 ottobre – 15 aprile	14
> 3.000	Zona F	nessuna limitazione	nessuna limitazione

Dall'Allegato A del DPR n. 412/1993 si ricava il dato dei gradi-giorno relativo al Comune di Massa: 1525 °C. Ne consegue che il Comune di Massa è inserito nella zona climatica D per cui gli impianti di riscaldamento entrano in funzione tra l'1 novembre e il 15 aprile per 12 ore giornaliere.

Passo 2

Il calcolo (1) va effettuato per tutti i mesi che rientrano nel periodo di riferimento, quindi è mese per mese. In tale formula ci sono comunque dei termini che non cambiano (es: trasmissività) nei vari periodi.

Passo 3

Dapprima si calcola Ql, dispersione termica totale, attraverso la (2). Il calcolo è effettuato su ogni mese del periodo di riferimento.

$$(2)\quad Ql = H\,(\theta i - \theta e)\,t$$

Nella formula compaiono θi e θe (in °C): il primo indica la temperatura da considerare per gli interni (in genere 20°C) mentre il secondo la temperatura media esterna del periodo. Quest'ultimo dato dipende dal mese di riferimento e viene calcolato facendo la media delle temperature rilevate nei diversi anni per cui vi è disponibilità di dati.

Il fattore moltiplicativo t indica il numero dei giorni del mese di riferimento: per esempio, per gennaio t=31 mentre per marzo t=30.

Il coefficiente di dispersione termica dell'edificio H (in kW/K) viene calcolato come somma del coefficiente di dispersione termica per ventilazione Hv e del coefficiente di dispersione termica per trasmissione Ht.

$$(3)\quad H = Hv + Ht$$

Il calcolo di Hv, secondo la norma UNI 832 al punto 5.2.1, avviene attraverso la relazione sottostante.

$$(4)\quad Hv = 0{,}34\ \ n\ \ V_0$$

Il fattore n (1/h) esprime il contributo della ventilazione (ricambi d'aria). Quando un edificio è abitato, è necessaria una portata minima d'aria di ventilazione per ragioni sia igieniche che di benessere. Questa portata minima dovrebbe essere determinata su base nazionale considerando la tipologia dell'edificio e il numero di occupanti dell'edificio. Quando non è disponibile nessuna informazione nazionale, il valore raccomandato dalla UNI 832 è n=0,5.

V_0 (in m^3) rappresenta il volume dello spazio riscaldato V moltiplicato per un coefficiente di correzione β.

$$(5)\quad V_0 = V\,\beta$$

Il coefficiente di correzione può essere stimato in funzione della tipologia edilizia, secondo la tabella seguente estrapolata dal manuale del CTI.

Tabella 9. Coefficiente di correzione del volume riscaldato (fonte: Pr.2 CTI)

CATEGORIA IMMOBILE[2]	TIPO DI COSTRUZIONE	
E.1 – E.2 – E.3 – E.7	vecchia costruzione 0,6	Nuova costruzione 0,7
E.4 – E.5 – E.6 – E.8	con partizioni interne 0,8	Senza partizioni interne 0,9

Nello specifico bisogna far riferimento alla categoria E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili - per cui si assumerà per β il valore 0,6 o 0,7 a seconda dei singoli casi.

Il calcolo del coefficiente di dispersione termica per trasmissione Ht è dato dalla relazione:

$$(6) \qquad \mathbf{Ht} = \sum_i A_i Ht_i^{unit}$$

Le varie A_i sono le superfici (m^2) riferite a:

- pareti perimetrali verticali;
- coperture piane e a falde;
- solai a terra.

Le varie Ht_i^{unit} sono le relative trasmittanze per unità di superficie associate a ciascuna A_i. Il valore di Ht_i^{unit} dipende anche dallo spessore della superficie considerata.

Per il calcolo della trasmittanza, relativa alle diverse superfici, si fa riferimento ai prospetti A.1, A.4 e A.6 proposti dal CTI e di seguito riportati.

[2] Secondo la classificazione proposta dal DPR n. 412/93

Tabella 10. Trasmittanza termica delle pareti perimetrali verticali (fonte: Pr.A.1 CTI)

SPESSORE	MURATURA DI PIETRAME INTONACATA	MURATURA DI MATTONI PIENI INTONACATI SULLE DUE FACCE	PANNELLO PREFABBRICATO IN CLS	PARETE A CASSA VUOTA CON MATTONI FORATI	STRUTTURA ISOLATA
(m)	W/(m^{2}K)	W/(m^{2}K)	W/(m^{2}K)	W/(m^{2}K)	W/(m^{2}K)
0,15	-	2,31	4,03	-	0,59
0,20	-	1,84	3,64	-	0,57
0,25	3,55	1,54	3,36	1,20	0,54
0,30	3,19	1,33	3,15	1,15	0,52
0,35	2,92	1,18	2,98	1,11	0,50
0,40	2,70	1,06	2,84	1,11	0,48
0,45	2,52	0,97	2,73	1,11	0,46
0,50	2,37	0,89	2,63	1,11	0,44
0,55	2,24	0,82	2,54	1,11	0,42
0,60	2,13	0,77	2,46	1,11	0,40

Tabella 11. Trasmittanza termica delle coperture piane e a falde (fonte: Pr. A.4 CTI)

SPESSORE	SOLETTA PIANA NON COIBENTATA IN LATEROCEMENTO	SOLETTA PIANA COIBENTATA	TETTO A FALDA IN LATERIZIO NON COIBENTATO	TETTO A FALDA IN LATERIZIO COIBENTATO	TETTO IN LEGNO POCO ISOLATO	TETTO IN LEGNO MEDIAMENTE ISOLATO
(m)	W/(m^{2}K)	W/(m^{2}K)	W/(m^{2}K)	W/(m^{2}K)	W/(m^{2}K)	W/(m^{2}K)
0,15	2,00	0,77	2,77	0,87	1,31	0,72
0,20	1,76	0,72	2,39	0,81	1,31	0,72
0,25	1,53	0,67	2,02	0,75	1,31	0,72
0,30	1,30	0,61	1,65	0,68	1,31	0,72
0,35	1,06	0,56	1,28	0,62	1,31	0,72

Tabella 12. Trasmittanza termica solai a terra (fonte: Pr. A.6 CTI)

SPESSORE	SOLETTA IN LATEROCEMENTO SU CANTINA	SOLETTA IN LATEROCEMENTO SU VESPAIO O PILOTIS	BASAMENTO IN LATEROCEMENTO SU TERRENO	BASAMENTO IN CLS SU TERRENO	SOLETTA GENERICA COIBENTATA SU CANTINA-VESPAIO-PILOTIS
(m)	**W/(m^{2}K)**	**W/(m^{2}K)**	**W/(m^{2}K)**	**W/(m^{2}K)**	**W/(m^{2}K)**
0,20	1,54	1,76	1,37	1,35	0,71
0,25	1,35	1,53	1,24	1,31	0,66
0,30	1,16	1,30	1,11	1,27	0,61
0,35	0,97	1,06	0,98	1,23	0,55

La parte onerosa di questa fase è l'individuazione della tipologia costruttiva degli elementi (componenti opache), dello spessore elementi e dell'area degli elementi.

Passo 4

A questo punto si calcola l'apporto di calore locale Qg (in kWh). Il calcolo è effettuato su ogni periodo. Qg è dato dalla somma di due contributi, gli apporti di calori interni Qi e l'apporto di calore solare Qs, secondo la relazione sottostante.

$$Qg = Qi + Qs \quad (7)$$

Gli apporti di calore interni (in kWh) includono qualunque calore generato nello spazio riscaldato dalle sorgenti interne diverse dal sistema di riscaldamento, per esempio:

- apporti dovuti al metabolismo degli occupanti;
- il consumo di calore dovuto alle apparecchiature elettriche e agli apparecchi di illuminazione;
- gli apporti netti provenienti dal sistema di distribuzione e di scarico dell'acqua.

Qi viene calcolato attraverso il prodotto:

$$Qi = A \ \Phi \ t \quad (8)$$

Per A si intende l'area riscaldata, t è il periodo di tempo considerato, mentre Φ è la potenza media degli apporti interni.

La stima di Φ deve tener conto del fatto che esistono sostanziali variazioni sia tra le tipologie abitative sia per gli aspetti climatici, per cui il valore dovrebbe essere determinato su base locale. Se non esistono dei valori guida, la UNI 832, per il calcolo degli apporti interni, raccomanda un valore del coefficiente Φ=5 W/m^2.

L'apporto di calore solare Qs dipende dall'insolazione normalmente disponibile nella località interessata, dall'orientamento delle superfici di raccolta, dalla presenza di ombreggiatura permanente, dalla trasmittanza solare e dalle caratteristiche di assorbimento delle superfici soleggiate.

In definitiva, Qs viene calcolato come sommatoria dei singoli prodotti tra irraggiamento solare L_i (J/m^2) in una certa direzione i e la superficie di raccolta effettiva As_i orientata perpendicolarmente a tale direzione.

$$Qs = \sum_i L_i As_i \quad (9)$$

Per semplificare i calcoli come superficie di raccolta effettiva As sono stati considerati solo gli elementi vetrati, dunque finestre ed eventualmente le vetrate delle porte d'accesso degli edifici presi in esame nel caso. Il calcolo delle singole As_i avviene secondo la formula (10).

$$As_i = A_i \ Fs_i \ g \quad (10)$$

Le A_i rappresentano le aree delle finestre (m^2) per ogni orientamento i. Gli Fs_i invece sono dei fattori di riduzione per ombreggiatura relativi a ciascun orientamento i. Ogni Fs_i è dato dal prodotto di due termini secondo la relazione sottoscritta:

$$(11) \qquad Fs_i = Fh_i \; Ff_i$$

I due parametri Fh e Ff sono i fattori di ombreggiatura parziale dovuto rispettivamente a costruzioni esterne e ad oggetti orizzontali.

L'effetto dell'ombreggiatura dovuta alle ostruzioni esterne (quali ad esempio terreno, alberi, e altri edifici), quantificato dal fattore Fh, dipende dall'altezza sull'orizzonte, dalla latitudine, dall'esposizione, dal clima locale e dal periodo di riscaldamento. L'altezza media sull'orizzonte è un angolo medio osservabile dalla facciata considerata.

L'ombreggiatura dovuta ad oggetti orizzontali dipende dall'angolo dell'oggetto, dalla latitudine, dall'esposizione e dal clima locale.

I fattori di riduzione Fh_i e Ff_i per ciascuna direzione, in funzione dell'angolo che esprime l'altezza sull'orizzonte, sono indicati nella tabella che segue, ricavata dai prospetti G.2 e G.4 della UNI 832.

Tabella 13. Fattori di riduzione Fh e Ff (fonte: Pr. G.2 e G.4 UNI 832)

ESPOSIZIONE	FH					FF			
	0°	10°	20°	30°	40°	0°	30°	45°	60°
N	1,00	1,00	0,98	0,94	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
N-E	1,00	0,98	0,90	0,82	0,76	1,00	0,96	0,92	0,88
E	1,00	0,95	0,82	0,70	0,61	1,00	0,92	0,84	0,75
S-E	1,00	0,96	0,84	0,66	0,54	1,00	0,93	0,84	0,74
S	1,00	0,97	0,85	0,62	0,46	1,00	0,94	0,84	0,72
S-O	1,00	0,96	0,84	0,66	0,54	1,00	0,93	0,84	0,74
O	1,00	0,95	0,82	0,70	0,61	1,00	0,92	0,84	0,75
N-O	1,00	0,98	0,90	0,82	0,76	1,00	0,96	0,92	0,88

Nella (10) compare anche il fattore g che esprime la trasmittanza per energia solare totale delle vetrate. Ovviamente la trasmissione dell'energia attraverso le superfici trasparenti dipende dal tipo di vetrata. Il prospetto A.8 CTI, riportato in tabella, fornisce per un'irradiazione solare perpendicolare al vetro la trasmittanza $g_\perp$. I valori corrispondono all'incidenza normale, considerando una superficie pulita.

Tabella 14. Coefficienti di trasmissione solare di alcuni tipi di vetro (fonte: Pr. A.8 CTI)

TIPO DI VETRO	$g_\perp$
Vetro singolo	0,82
Vetro singolo selettivo	0,66
Doppio vetro normale	0,70
Triplo vetro normale	0,60

Dato che i calcoli sono effettuati su periodi mensili, è richiesto un valore della trasmittanza mediato su tutti gli angoli di incidenza. Questo si ottiene moltiplicando $g_\perp$ per un certo fattore di correzione F_w che la norma UNI 832 definisce pari a 0,9.

$$(12) \qquad g = g_\perp \; F_w$$

Pertanto per calcolare l'apporto di calore locale Qg occorre conoscere, per ogni lato dell'edificio:

- orientamento;
- superfici vetrate (tipologia e superficie);
- eventuali balconi (aggetti orizzontali) e loro sporgenza rispetto alla facciata, per calcolare l'angolo previsto rispetto al baricentro della vetrata;
- tipo di tendaggio (interno, esterno, tipologia);
- energia solare incidente, per i vari orientamenti;
- situazione limitrofa (presenza e altezza palazzi, alberi..) rispetto all'altezza della faccia dell'edificio, per calcolare l'angolo.

Passo 5

L'ultimo parametro che resta da definire per poter calcolare Qh è il fattore di utilizzazione η. Anche per η si deve procedura ad una stima per ciascun mese, secondo la formula:

$$(13) \qquad \eta = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$$

Assunto che l'impianto di riscaldamento abbia una regolazione perfetta, i parametri che intervengono sul fattore di utilizzazione sono il rapporto apporti/perdite γ e la costante di tempo τ, così definiti:

$$(14) \qquad \gamma = Qg \; / \; Ql$$

$$(15) \qquad \tau = C \; / \; H$$

Per valutare γ bisogna far riferimento ai calcoli già effettuati in (7) e (2).

La stima della costante di tempo τ nella (15) è data dal rapporto tra la capacità termica interna C e il coefficiente di dispersione termica dell'edificio H calcolato in (3).

La C (in kJ/K) è espressa dal prodotto:

$$C = V_0 \; Cv \qquad (16)$$

La V_0 è quella calcolata in (5). La capacità termica volumica Cv per unità di volume lordo riscaldato, si ricava dal prospetto A.7 del CTI, in funzione della tipologia costruttiva.

Tabella 15. Capacità termica volumica della zona termica (fonte: Pr. A.7 CTI)

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA DELL'EDIFICIO	Cv (kJ/m³K)
Edifici con muri in pietra o assimilabili	290
Edifici con muri in mattoni pieni o assimilabili	240
Edifici con muri in mattoni forati o assimilabili	130
Edifici con pareti leggere o isolati dall'interno	70

Nella (13) compare anche un parametro numerico a che dipende dalla costante di tempo τ ed è definita come:

$$= a_0 + \tau / \tau_0 \qquad (17)$$

I valori numerici dei parametri a_0 e della costante di riferimento τ_0 sono espressi dal prospetto 3 della UNI 832.

Valori di a_0 e τ_0 (fonte: Pr. 3 UNI 832)

METODO DI CALCOLO	A_0	τ_0
Mensile	1	16
Stagionale	0,8	28

Passo 6

A questo punto si può procedere al calcolo, mese per mese, dei contributi di Ql e Qg, e si ricava il Qh complessivo riferito all'intero periodo di utilizzazione degli impianti di riscaldamento.

4.4 IL CERTIFICATO ENERGETICO DI UN EDIFICIO

Dopo aver applicato la metodologia di calcolo descritta nel precedente paragrafo, viene prodotto il certificato energetico dell'edificio preso in esame. Il documento è costituito da 7 blocchi che vengono di seguito descritti in maniera dettagliata. La struttura del documento è stata elaborata tenendo in considerazione quanto prescritto dalla normativa europea. Infatti, dal 4 gennaio 2003 è in vigore la Direttiva UE del 16 dicembre 2002 che rende obbligatoria la certificazione energetica degli edifici (articolo 7).

BLOCCO 1

In questa sezione vengono inseriti i dati più generali dell'edificio relativi alla categoria dell'immobile, tipologia dell'immobile, nome, localizzazione, anno di costruzione, anno di ultima ristrutturazione, volume riscaldato e superficie area riscaldata.

Struttura del blocco 1

DATI EDIFICIO	
Categoria immobile:	**Anno di costruzione:**
Tipologia immobile:	**Anno ultima ristrutturazione:**
Nome:	**Volume riscaldato:**
Localizzazione:	**Superficie area riscaldata:**

BLOCCO 2

In questa parte vengono raccolti i dati meteo. I gradi giorno e il periodo standard di riscaldamento, come spiegato in precedenza, dipendono dalla zona climatica in cui è collocato l'edificio. La temperatura minima di progetto è la temperatura minima che si vuole mantenere all'interno dell'edificio e dipende dal suo utilizzo, sebbene in genere si attesti sui 20°C. L'irraggiamento medio solare sull'orizzonte dà un'indicazione di massima dell'apporto dell'energia solare per il riscaldamento degli interni.

Struttura del blocco 2

DATI METEO	
Gradi Giorno:	**Temperatura minima di progetto:**
Periodo standard di riscaldamento:	**Irraggiamento medio solare sull'orizzonte:**

BLOCCO 3

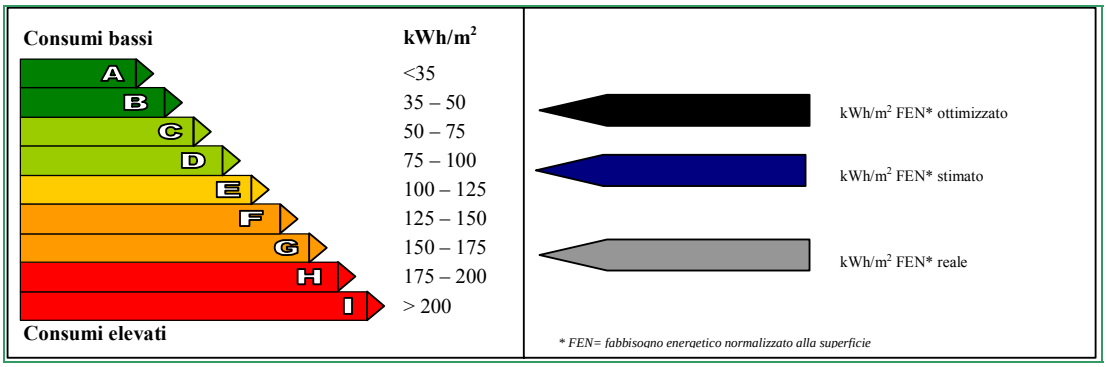
Di seguito vengono inserite una foto scattata dall'esterno dell'edificio e la sua pianta. In questo modo il certificato dà anche un'immagine della geometria dell'edificio preso in esame.

BLOCCO 4

Questa sezione si divide in due caselle. A sinistra vi è una scala che classifica i consumi energetici in 9 categorie che vengono denominate in ordine alfabetico dalla A (consumi minimi, minori di 35 kWh/m^2) alla I (consumi elevati, maggiori di 200 kWh/m^2).

Nella casella di destra vengono invece indicati come si pongono relativamente a questa classificazione il FEN stimato, il FEN reale e il FEN ottimizzato. Per FEN si intende il fabbisogno energetico normalizzato alla superficie, ossia il rapporto tra la quantità di calore, quindi energia, che viene fornita all'edificio e la superficie dell'area riscaldata. In particolare nel FEN reale si considera il consumo energetico reale. Nel FEN stimato l'energia è data dal calcolo del fabbisogno energetico dell'edificio, che viene valutato con la metodologia descritta nel paragrafo 4.3. Nel FEN ottimizzato l'energia è quella che si dovrebbe fornire all'edificio se ad esso fossero applicati degli interventi che ne migliorano l'efficienza energetica.

Struttura del blocco 4



BLOCCO 5

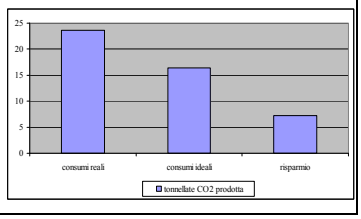
In questa sezione vengono riportati i dati energetici. In particolare si indica il tipo di combustibile utilizzato, i consumi medi annui e il fabbisogno annuo di energia termica calcolato con il modello presentato. Dato che l'utilizzo di combustibile comporta una certa emissione di CO_2 in atmosfera, nel blocco viene inserito anche un grafico il quale indica l'emissione legata al consumo reale e quella che si avrebbe se il consumo fosse quello stimato. Il grafico, attraverso il confronto tra i singoli casi, permette dunque di valutare anche la riduzione della quantità di CO_2 emessa.

Questa indicazione è molto importante in quanto la Direttiva Europea, che sarà trasformata in legge nazionale entro il 4 gennaio 2006, prevede che a partire da quella data, tutti i locatori e i venditori di case e di appartamenti devono presentare agli affittuari e agli acquirenti un certificato che indica i consumi energetici per il riscaldamento, nonché le emissioni di CO2.

Struttura del blocco 5

DATI ENERGETICI

Combustibile utilizzato:
Consumi annui medi di combustibile per riscaldamento:
CO_2 prodotta:
Fabbisogno annuo di energia termica stimato:



BLOCCO 6

In questa sezione vengono riportate delle raccomandazioni mirate all'ottenimento di un risparmio energetico. In pratica si suggeriscono dei possibili interventi strutturali e non sull'edificio i quali permettono un miglioramento dal punto di vista dell'efficienza energetica. Oltre ad indicare tali interventi, si descrive anche in termini quantitativi come questi impattano sui consumi energetici.

E' bene precisare che nella metodologia sviluppata per il calcolo del fabbisogno energetico non si è tenuto in considerazione l'aspetto relativo agli impianti di riscaldamento: il calcolo tiene conto solo delle caratteristiche strutturali dell'edificio. Di conseguenza anche le raccomandazioni non fanno riferimento a possibili miglioramenti dal punto di vista dell'efficienza degli impianti, sebbene, in un'analisi complessiva, si debba tener conto anche di questo fattore.

L'individuazione della tipologia di interventi adeguati, sarà realizzata dell'ente certificatore, il quale si avvarrà del modello per il calcolo del fabbisogno energetico normalizzato per valutare l'impatto di tali interventi (il FEN ottimizzato e il risparmio energetico).

Struttura del blocco 6

RACCOMANDAZIONI PER IL RISPARMIO ENERGETICO

Codice	Tipologia intervento	Riduzione percentuale della trasmittanza termica	FEN ottimizzato	Risparmio energetico
1				
2				
3				
4				
5				

BLOCCO 7

Nella sezione conclusiva si indica la data in cui è stato rilasciato il certificato, la sua durata e l'ente certificatore.

Struttura del blocco 7

DATI CERTIFICATO

Data rilascio: Validità: Certificatore:

4.5 RISULTATI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA EFFETTUATA SUGLI EDIFICI CAMPIONE

In questo paragrafo vengono riportati i risultati ottenuti con l'applicazione del modello sul calcolo del fabbisogno energetico su alcuni istituti scolastici del Comune di Massa.

Per la scelta degli edifici campione, la volontà era quella di prendere in considerazione i casi più critici emersi dall'analisi condotta attraverso la metodologia ENEA/FIRE. In un primo momento dunque la scelta del campione era caduta sui seguenti edifici:

1. Scuola Materna ed Elementare "La Giostra" in località Santa Lucia;
2. Scuola Elementare "Alteta" in località Alteta (Madonna Uliveti);
3. Scuola Elementare "Villette B" in località Poggiolo (Taffaria);
4. Scuola Elementare "Ronchi" in località Marina - Ronchi.

Tuttavia alla fine si è stati costretti ad abbandonare questa strada in quanto per i 4 edifici in questione non si avevano a disposizione tutti i dati necessari per l'applicazione del nostro modello. Di conseguenza la scelta del campione è stata realizzata tenendo in considerazione solo gli edifici per i quali si potevano recuperare in tempi brevi tutti i dati necessari.

Sulla base di questo criterio è stato definito il campione costituito dai seguenti istituti:

1. Scuola Elementare "Guido Bresciani", in località San Giuseppe Vecchio;
2. Scuola Elementare "Castagnola di Sotto";
3. Scuola Materna ed Elementare "Edmondo De Amicis" in località Turano.

Una prima considerazione deve essere fatta in merito alle difficoltà incontrate nell'applicazione della metodologia sviluppata.

Già da come è stata giustificata la scelta del campione emerge una prima difficoltà incontrata nel reperire i dati relativi alle singole scuole: per esempio, per conoscere l'area della superficie vetrata degli edifici è stato necessario procedere alla misura diretta andando a calcolare le superficie di ogni finestra, porta vetrata, etc.

Oltre a questa ed alle altre difficoltà legate al reperimento dei dati relativi alla struttura degli edifici, di difficile valutazione è stato anche l'effetto dell'ombreggiatura dovuta alla presenza di alberi e/o altri edifici nelle vicinanze delle scuole considerate. Infatti, per poter stimare in maniera precisa tale effetto bisogna conoscere l'altezza di tali ostacoli, la loro distanza dalla scuola, etc.

Anche per quanto riguarda i dati climatici non è stato facile procedere alla loro raccolta. In particolar modo per la valutazione dell'irraggiamento solare si è dovuto ricorrere ad uno studio dell'ENEA che risale al 1994, non avendo a disposizione dati più recenti.

4.5.1 SCUOLA ELEMENTARE "GUIDO BRESCIANI"

La scuola "Guido Bresciani" è stata costruita nel 1960 e negli anni '70 è stata ristrutturata. Si sviluppa su 2 piani con muri portanti in mattoni pieni intonacati sui due lati, di diverso spessore: 40 cm per il piano terra e 30 cm per il primo piano.

La copertura è costituita da un tetto a falda in laterizio coibentato spesso 20 cm. Il solaio a terra è dato da una soletta in latero-cemento su vespaio di spessore pari a 20 cm.Le finestre sono a vetro singolo. L'area complessiva della superficie vetrata è di 216 m^2. I lati dell'edificio orientati a sud-ovest e sud-est sono spesso in ombra per la presenza di alberi ubicati nelle vicinanze. Il volume netto della scuola che deve essere riscaldato è pari a 3409,4 m^3 mentre l'area riscaldata è pari a 829 m^2.

Figura 10.Foto della scuola "Guido Bresciani"

Per questa scuola il fabbisogno energetico normalizzato calcolato sui consumi reali è pari a 113,84 kWh/m^2. Applicando il modello si calcola un fabbisogno di 75,43 kWh/m^2. Ciò significa che per il riscaldamento dell'edificio si consuma il 50 % in più del necessario.

Lo scarto tra FEN reale e FEN stimato non deve allarmare. In parte può essere spiegato tenendo presente che i consumi reali dipendono anche dall'efficienza dell'impianto di riscaldamento: nei casi peggiori si ha un'inefficienza superiore al 25% il che significa che più di un quarto del combustibile utilizzato non si trasforma in calore.

Il dato del FEN stimato è soddisfacente in quanto colloca l'edificio nella parte della scala relativa ai "bassi consumi", più precisamente nella fascia D (per un eccesso di appena 0,43 kWh/m^2 non rientra nella fascia C).

Tabella 16. Scuola "Guido Bresciani"

FABBISOGNO ENERGETICO NORMALIZZATO		
FEN reale	113,84 kWh/m^2	Fascia E
FEN stimato	75,43 kWh/m^2	Fascia C-D
Rapporto FEN reale/FEN stimato	1,5	

La combustione annua di 9.840 m^3 di gas metano produce l'emissione in atmosfera di 23,6 tonnellate di CO_2. Se si riuscisse ad ottenere un consumo ideale si avrebbe una diminuzione delle emissioni di CO_2 pari a 7,2 tonnellate.

Figura 11. Certificato energetico relativo alla scuola elementare Guido Bresciani

Comune di Massa

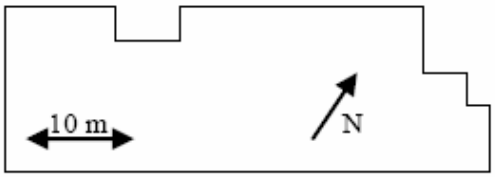
CERTIFICATO ENERGETICO DELL'EDIFICIO

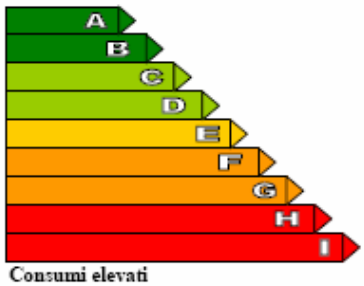
Agenda XXI
RIMA 21

DATI EDIFICIO

Categoria immobiliare: E.7 (DPR 412/93)
Tipologia immobile: Scuola Elementare
Nome: "Guido Bresciani"
Localizzazione: Via Pisa - località S. Giuseppe Vecchio

Anno di costruzione: 1960
Anno ultima ristrutturazione: anni '70
Volume riscaldato: 3409,4 m^3
Superficie area riscaldata: 828,96 m^2

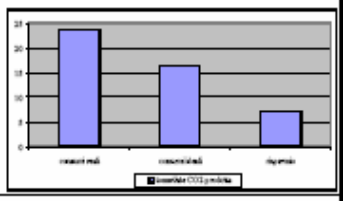




* FEN= fabbisogno energetico normalizzato alla superficie

DATI ENERGETICI

Combustibile utilizzato: gas metano
Consumi annui medi di combustibile per riscaldamento: 94366 kWh (9840 m^3/anno)
CO_2 prodotta: 23,6 tonnellate
Fabbisogno annuo di energia termica stimato: 62524 kWh (6520 m^3/anno)



RACCOMANDAZIONI PER IL RISPARMIO ENERGERTICO

Codice	Tipologia intervento	Riduzione percentuale della trasmittanza termica	FEN ottimizzato	Risparmio energetico
1	Sostituzione di vetri singoli con vetri doppi			
2	Isolamento "a cappotto" delle pareti esterne			
3	Isolamento dall'interno delle pareti esterne			
4	Isolamento del sottotetto			
5	Regolazione erogazione riscaldamento			

DATI CERTIFICATO

Data rilascio: **Validità:** **Ente certificatore:**

4.5.2 SCUOLA MATERNA E ELEMENTARE "EDMONDO DE AMICIS"

La scuola "Edmondo De Amicis" è una costruzione recente. Pochi anni fa è stata ampliata con la costruzione di due nuove aule al piano terreno, per un aumento del volume utile pari a 473,1 m^3. L'edificio si sviluppa principalmente sul piano terra sebbene l'ala nord-ovest della scuola presenti anche un piano seminterrato: si tratta di 6 stanze pari ad una superficie utile di 201,4 m^2.

I muri portanti sono in laterizio intonacato sui due lati: hanno uno spessore di 45 cm eccezion fatta per la parte nuova in cui lo spessore è di soli 30 cm. La copertura è costituita da un tetto a falda in laterizio coibentato, con spessore variabile tra i 20 e i 25 cm. Il solaio è terra è fatto da una soletta in latero-cemento in parte su vespaio e in parte su cantina: lo spessore varia tra 25 e 30 cm. Gli infissi sono in alluminio con vetro singolo; nella parte nuova le finestre hanno vetri doppi. La superficie vetrata complessiva è pari a 215,6 m^2. Sul lato della scuola rivolto in direzione sud-ovest vi sono alberi molto ravvicinati tra loro ed un muro con siepe molto alta ed oscurante, la cui funzione è quella di attutire i rumori provenienti dalla strada. Il volume netto della scuola che deve essere riscaldato è pari a 3754,4 m^3 mentre l'area riscaldata è pari a 904,6 m^2.

Figura 12. Foto della scuola Edmondo De Amicis

Per questa scuola il fabbisogno energetico normalizzato calcolato sui consumi reali è pari a 125,2 kWh/m^2. Applicando il modello si calcola un fabbisogno di circa 76 kWh/m^2. Ciò significa che per il riscaldamento dell'edificio si hanno dei consumi del 60% superiori a quanto sarebbe necessario.

Il FEN stimato si colloca nella fascia D e non rientra in quella inferiore per un eccesso di circa 1 kWh/m^2. Il FEN reale si attesta in fascia F anziché in fascia E per un eccesso di 0,2 kWh/m^2.

Tabella 17. Scuola "Edmondo De Amicis"

FABBISOGNO ENERGETICO NORMALIZZATO		
FEN reale	125,2 kWh/m^2	Fascia E-F
FEN stimato	75,96 kWh/m^2	Fascia C-D
Rapporto FEN reale/FEN stimato	1,6	

Per il riscaldamento dell'edificio il combustibile utilizzato è il gasolio. Annualmente si consumano 9550 litri che equivale ad immettere in atmosfera circa 25,8 tonnellate di CO_2. Se si riuscisse ad ottenere un consumo ideale si avrebbe una diminuzione delle emissioni di CO_2 pari a 10,2 tonnellate.

Figura 13. Certificato energetico scuola materna e elementare Edmondo De Amicis

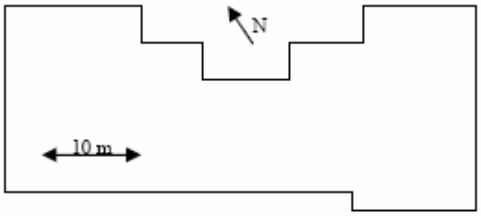
Comune di Massa

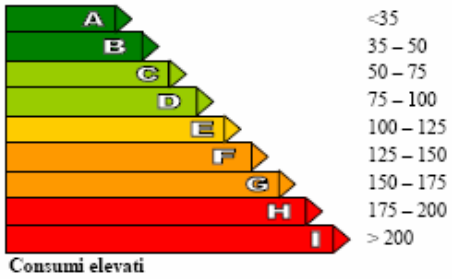
CERTIFICATO ENERGETICO DELL'EDIFICIO

Agenda XXI
RIMA 21

DATI EDIFICIO

Categoria immobiliare: E.7 (DPR 412/93)
Tipologia immobile: Scuola Materna e Elementare
Nome: "Edmondo De Amicis"
Localizzazione: Via Aurelia sud - località Turano
Anno di costruzione: ??
Anno ultima ristrutturazione: ??
Volume riscaldato: 3754,4 m^3
Superficie area riscaldata: 904,68 m^2

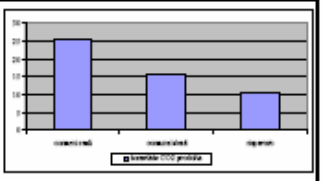




*FEN= fabbisogno energetico normalizzato alla superficie

DATI ENERGETICI

Combustibile utilizzato: gasolio
Consumi annui medi di combustibile per riscaldamento: 113263 kWh (9550 l/anno)
CO_2 prodotta: 25,8 tonnellate
Fabbisogno annuo di energia termica stimato: 68719 kWh (5795 l/anno)



RACCOMANDAZIONI PER IL RISPARMIO ENERGERTICO

Codice	Tipologia intervento	Riduzione percentuale della trasmittanza termica	FEN ottimizzato	Risparmio energetico
1	Sostituzione di vetri singoli con vetri doppi			
2	Isolamento "a cappotto" delle pareti esterne			
3	Isolamento dall'interno delle pareti esterne			
4	Isolamento del sottotetto			
5	Regolazione erogazione riscaldamento			

DATI CERTIFICATO

Data rilascio: **Validità:** **Ente certificatore:**

4.5.3 SCUOLA ELEMENTARE "CASTAGNOLA DI SOTTO"

La scuola "Castagnola di Sotto" è stata recentemente ristrutturata. L'edificio si sviluppa su un unico piano.

I muri portanti hanno uno spessore costante di 35 cm, in laterizio intonacato sui due lati. La copertura è costituita da un tetto a falda con ondulino rosso coibentato. Il solaio a terra è fatto di una soletta in latero-cemento su vespaio.

Gli infissi sono in alluminio con vetro singolo alle finestre e vetro doppio alle porte finestre. L'area complessiva della superficie vetrata è pari a 118,6 m^2. I lati dell'edificio rivolti in direzione nord e est rimangono quasi sempre in ombra per la presenza di alberi e siepi piuttosto alte.

Il volume dell'edificio è pari a 2411 m^3 mentre la superficie totale è pari a 581 m^2.

Figura 14. Foto della scuola "Castagnola di Sotto"

Per questa scuola il fabbisogno energetico normalizzato calcolato sui consumi reali è pari a 103 kWh/m^2. Applicando il modello si calcola un fabbisogno di 90 kWh/m^2. Praticamente le due stime si collocano all'interno della stessa fascia di classificazione D. Ciò significa che per il riscaldamento l'edificio ha un'efficienza più che soddisfacente.

Tabella 18. Scuola "Castagnola di Sotto"

FABBISOGNO ENERGETICO NORMALIZZATO		
FEN reale	90 kWh/m^2	Fascia D
FEN stimato	103 kWh/m^2	Fascia D-E
Rapporto FEN reale/FEN stimato	0,9	

Per il riscaldamento dell'edificio il combustibile utilizzato è il gas metano. Annualmente si consumano 5450 m3 che equivale ad immettere in atmosfera circa 13,7 tonnellate di CO2.

Figura 15. Certificato energetico relativo alla scuola elementare Castagnola di Sotto

Comune di Massa

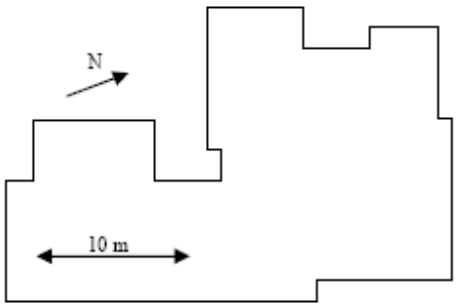
CERTIFICATO ENERGETICO DELL'EDIFICIO

Agenda XXI
RIMA 21

DATI EDIFICIO

Categoria immobiliare: E.7 (DPR 412/93)
Tipologia immobile: Scuola Elementare
Nome: "Castagnola di Sotto"
Localizzazione: Via Castagnola di Sotto

Anno di costruzione: ??
Anno ultima ristrutturazione: ??
Volume riscaldato: 2411 m^3
Superficie area riscaldata: 581 m^2

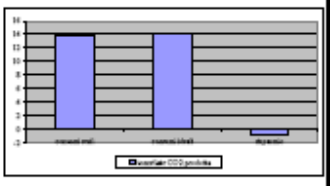


kWh/m^2
<35
35-50
50-75
75-100
100-125
125-150
150-175
175-200
>200

* *FEN= fabbisogno energetico normalizzato alla superficie*

DATI ENERGETICI

Combustibile utilizzato: gas metano
Consumi annui medi di combustibile per riscaldamento: 52266 kWh (5450 m^3/anno)
CO_2 prodotta: 13,7 tonnellate
Fabbisogno annuo di energia termica stimato: 60374,59 kWh (6295,5 m^3/anno)



RACCOMANDAZIONI PER IL RISPARMIO ENERGERTICO

Codice	Tipologia intervento	Riduzione percentuale della trasmittanza termica	FEN ottimizzato	Risparmio energetico
1	Sostituzione di vetri singoli con vetri doppi			
2	Isolamento "a cappotto" delle pareti esterne			
3	Isolamento dall'interno delle pareti esterne			
4	Isolamento del sottotetto			
5	Regolazione erogazione riscaldamento			

DATI CERTIFICATO

Data rilascio: **Validità:** **Ente certificatore:**

4.6 CONCLUSIONI

Dall'analisi condotta sulle tre scuole si possono fare alcune considerazioni generali. Per ciascuna scuola il fabbisogno energetico normalizzato stimato si colloca intorno alla fascia D, il che significa che per il riscaldamento degli edifici, in condizioni ideali, i consumi sono medio-bassi. Il confronto con i consumi reali indica che la scuola "Castagnola di Sotto" è quella più efficiente in quanto il rapporto tra FEN reale e FEN stimato è vicino all'unità. Le altre due scuole sono meno "virtuose" in quanto tale rapporto sale fino a 1,6. Come già detto però il valore di tale rapporto è del tutto indicativo in quanto, per poter essere calcolato in maniera precisa bisognerebbe tener conto anche dell'efficienza degli impianti di riscaldamento. Questo aspetto inizialmente non è stato volontariamente preso in considerazione nell'implementazione della metodologia di calcolo, tuttavia è auspicabile che lo sviluppo del modello contempli anche questo fattore. Infatti, in tal modo potrà essere un valido strumento anche per dare indicazioni su eventuali interventi migliorativi, non solo dal punto di vista strutturale, ma anche da quello puramente impiantistico.

In tal senso, lo sviluppo di una metodologia standard per il calcolo del fabbisogno energetico degli edifici rappresenta solo il primo passo di un processo che prevede ulteriori fasi di sviluppo.

Il successivo passo sarà quello di estendere tale diagnosi a tutto il parco edilizio comunale. In questo modo sarà possibile anche creare un database attraverso il quale successivamente si potranno facilmente reperire informazioni relative all'efficienza energetica degli edifici. Ciò significa che il Comune sarà in grado di monitorare in ogni momento tale aspetto, effettuando un aggiornamento continuo del database che tenga in considerazione gli interventi strutturali realizzati sugli edifici ed i benefici connessi in termini di risparmio energetico.

L'Amministrazione Comunale si impegnerà inoltre a sensibilizzare anche il settore privato sulla necessità di dotare il proprio parco immobiliare di certificazioni energetiche. Per far ciò il Comune può prevedere di applicare degli sconti sugli oneri di urbanizzazione per quegli edifici che risultino "energeticamente efficienti".

L'applicazione della certificazione energetica degli edifici anche nel settore privato, consentirà di migliorare la trasparenza del mercato immobiliare fornendo agli acquirenti ed ai locatari di immobili un'informazione oggettiva e trasparente delle caratteristiche (e delle spese) energetiche dell'immobile. Inoltre si renderanno coscienti i proprietari degli immobili del costo energetico legato alla conduzione del proprio "sistema edilizio" in modo da incoraggiare interventi migliorativi dell'efficienza energetica della propria abitazione.

Un ultimo passo prevede di estendere il significato della certificazione energetica ad una valenza ambientale più generale.

Le tematiche della qualità ambientale degli spazi abitativi, dell'assenza di sostanze inquinanti, del contenimento dei consumi energetici dei fabbricati con la conseguente riduzione delle emissioni di gas in atmosfera, assumono una sempre più crescente rilevanza, anche in assenza di una normativa in merito. Il sistema di certificazione ambientale, secondo le linee guida redatte dalla Regione Toscana, prevede l'esame delle prestazioni dell'edificio in relazione alle varie tematiche da esaminare, chiamate "aree di valutazione" che comprendono diversi tematismi tra cui:

- il risparmio delle risorse;
- il carico ambientale;
- la qualità dell'ambiente interno.

5 RILEVAZIONE DEI CONSUMI D'ENERGIA ELETTRICA NEI FABBRICATI DI COMPETENZA DEL COMUNE DI MASSA

Nell'ambito del progetto RIMA 21 è stata fatta un'analisi dei prelievi d'energia elettrica rilevati dall'ENEL presso le 72 utenze dei fabbricati per i quali il Comune di Massa paga le relative bollette. Tutte le utenze intestate al Comune di Massa sono riportate nell'All. I – 3 della presente sezione.

Per alcune utenze non erano disponibili i dati dell'ultimo anno perciò sono stati estrapolati in base ai consumi degli anni precedenti. Per altre invece vi erano solo i dati dell'ultimo periodo e non si è potuto analizzare l'utilizzazione in un tempo più lungo.

Da una valutazione di massima si può confermare che gli impegni di potenza e i consumi sono congrui alle loro utilizzazioni, salvo valutazioni più approfondite che saranno fatte per i fabbricati presi in esame per la certificazione energetica degli edifici.

Per dieci delle suddette utenze con potenza impegnata maggiore di 20 kW, sono stati rilevati gli oneri che il Comune ha pagato all'Enel nel 2003 e negli anni precedenti.

Per queste utenze si è fatta un'indagine più approfondita estesa anche alle altre utenze elettriche del Comune, per valutare l'opportunità di effettuare un impianto di rifasamento.

L'indagine ha prodotto i seguenti risultati:

- per i fabbricati 6 utenze non hanno necessità d'intervento perché già regolate nel corso del 2003, oppure perché lo sfasamento è alquanto modesto e non v'è convenienza ad effettuare interventi, mentre per altre quattro si presenta tuttora la necessità d'istallare un adeguato rifasamento;
- per gli impianti di depurazione e sollevamento su sedici utenze prese in esame quattro sono state già regolarizzate, mentre per dodici è opportuno procedere ad un tempestivo rifasamento;
- per l'illuminazione pubblica, trattandosi di impianti con potenza inferiore a 20kW l'energia reattiva non è stata misurata dall'ENEL e quindi non vi sono stati né vi saranno oneri aggiuntivi da corrispondere.

Preme sottolineare che a decorrere dal 1° gennaio 2005, il Comune di Massa ha affidato la il sistema fognario e depurativo a GAIA S.p.A., Gestore Unico dl Servizio Idrico Integrato nell'A.A.T.O. n. 1, per cui la competenza alla gestione degli impianti di depurazione e sollevamento è passata a tale soggetto.

Tabella 19. Analisi dei consumi di energia elettrica che hanno avuto nel 2003 una maggiorazione per basso cosφ, per i quali si ritiene opportuno provvedere al rifasamento

EDIFICIO	INDIRIZZO	N° CLIENTE	UTENZA	KW	PER COSφ EURO/ANNO	COSTI PER RIFASAMENTO
Impianto di sollevamento liquami	Piazza IV novembre 33	444 878762	45016 645 20200	30	1.029,10	1.378,00
Impianto di sollevamento liquami	Via Predaccio 16	444 379618	45018 630 05330	20	345,66	1.248,00
Idrovora magliano	Viale della Repubblica 198	444 792493	45020 660 50120	90	886,04	2.700,00
Impianto di sollevamento liquami	Viale Roma 283	444 792078	45020 680 10090	60	558,91	1.378,00
Impianto di sollevamento liquami	Viale Roma 333	444 791781	45020 680 25450	20	554,58	1.248,00
Impianto di sollevamento liquami	Via Lungofrigido Levante	444 733110	45025 451 10230	60	1.499,31	1.378,00
Impianto di sollevamento liquami	Via delle Pinete 348	444 719125	45025 598 37130	20	293,24	1.248,00
Impianto di sollevamento liquami	Via delle Pinete 177	444 718161	45025 598 59670	30	266,37	1.378,00
Impianto di sollevamento liquami	Via delle Pinete 418	444 718536	45025 598 98070	30	656,16	1.378,00
Impianto di sollevamento liquami	Via delle Pinete 420	444 718528	45025 598 980801	30	1.154,44	1.378,00
Impianto di sollevamento liquami	Via Pontremoli 181	444 715278	45025 624 55050	20	393,03	1.248,00
Impianto di sollevamento liquami	Via Tagliamento 9	444 700335	45025 792 53300	20	331,40	1.248,00
Mercato ortofrutticolo Ghiare	Via Aurelia Sud 114	444 924870	45016 040 45600	100	4.704,86	1.976,00
Mercato coperto Massa	Via Bastione 45	444 919302	45016 075 56590	10	200,54	624,00
Stadio comunale	Via Oliveti 75	444 673253	45045 537 53380	180	1.725,99	6.500,00
Palestra polisportiva	Via Oliveti 65	444 674512	45045 537 53610	20	467,95	624,00

Nelle pagine seguenti sono riportate le schede dettagliate per ognuna delle sedici utenze in cui è consigliabile l'installazione di un adeguato impianto di rifasamento, una tabella di sintesi con indicate le maggiorazioni pagate dall'ENEL nel 2003, che ammontano complessivamente a 15.067,58 euro, e i costi previsti per la regolarizzazione di ognuna, per un totale di circa 27.000 euro.

Appare evidente che in soli due anni si ammortizzano i costi con un consistente risparmio energetico per il futuro.

I costi per gli impianti di rifasamento sono ricavati dall'allegato preventivo del 30.01.04, della ditta Fo.El. S.r.l- di Massa, abituale fornitore del Comune. Essi tengono conto sia della potenza prelevata mensilmente dalla rete elettrica, sia della capacità dei condensatori da istallare proporzionata al rifasamento da effettuare, sia della fornitura di adeguati contenitori per la loro installazione all'esterno (pompe di sollevamento liquami) o all'interno (cabine elettriche o fabbricati).

Per la messa in opera di detti impianti è stata prevista una maggiorazione forfetaria del 30% rispetto al preventivo, per tutte le installazioni all'esterno e del 10% per le istallazioni all'interno dei fabbricati.

Detti costi sono puramente indicativi: per l'esecuzione dei lavori è opportuno indire una gara d'appalto che tenga conto sia dei dati evidenziati nelle tabelle di analisi, sia delle effettive situazioni, relative alla tipologia degli impianti e alla loro accessibilità, di ciascuna utenza.

Per le forniture dell'illuminazione pubblica non sono dovuti maggiori oneri per sfasamenti , perché sono tutte utenze di potenza inferiore a 20 kW per le quali l'ENEL non effettua il rilevamento dell'energia reattiva.

L'All. I – 4 riporta i dati aggiornati relativi agli impianti che devono essere rifusati, al dicembre 2006.

Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Piazza IV Novembre 33AP Massa
N° cliente	444878762

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	380
Potenza impegnata, kW	0
Potenza disponibile, kW	33
Franchigia, kW	33

Opzione applicata	B2
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

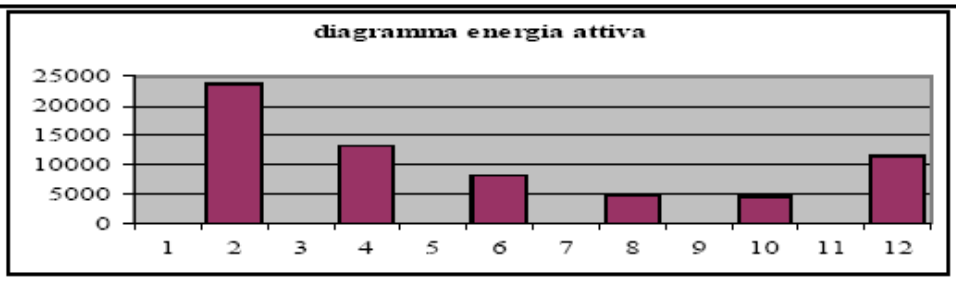
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	Potenza	Ore utilizzazione
1		0	0	0	0	0
2	24/02/2003	23743	19941	0,766	0	0
3		0	0	0	0	0
4	24/04/2003	13330	12206	0,738	0	0
5		0	0	0	0	0
6	19/06/2003	8218	7215	0,751	0	0
7		0	0	0	0	0
8	25/08/2003	4743	4141	0,753	0	0
9		0	0	0	0	0
10	24/10/2003	4470	3649	0,755	0	0
11		0	0	0	0	0
12	19/12/2003	11460	14076	0,631	0	0

totale	kWh	65964

61228 kvarh

Potenza max prelevata kW	0
Potenza min prelevata kW	0
Ore utilizzazione anno	0

Maggiorazione basso cosφ	3029,30	Euro/anno



Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Via Pradaccio 16P Massa
N° cliente	444379618

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	380
Potenza impegnata, kW	30
Potenza disponibile, kW	25
Franchigia, kW	25

Opzione applicata	B2
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

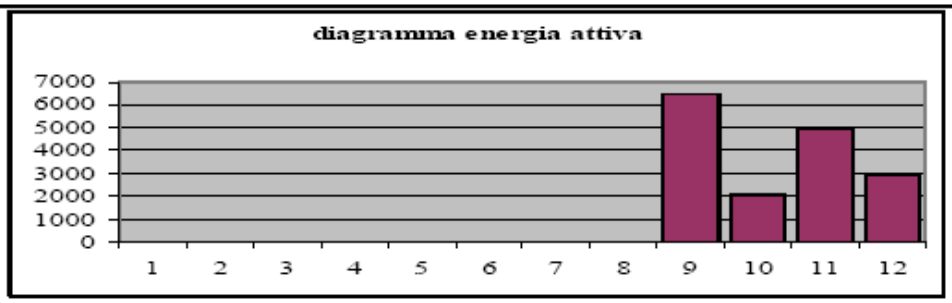
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	Potenza	Ore utilizzazione
1		0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0
7		0	0	0	0	0
8		0	0	0	30	0
9	14/09/2003	6448	5421	0,767	13	499,08
10	07/10/2003	2041	2397	0,648	14	145,79
11	09/12/2003	4945	6749	0,591	16	309,06
12	09/12/2003	2930	2790	0,724	17	172,35

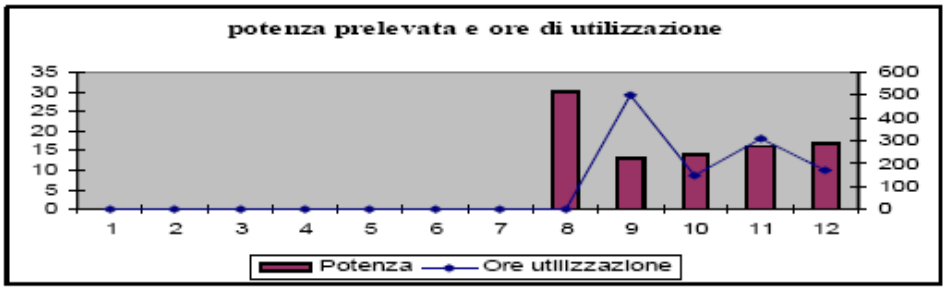
totale	kWh	16404

17357 kvarh

Potenza max prelevata kW	30
Potenza min prelevata kW	0
Ore utilizzazione anno	547

Maggiorazione basso cosφ	345,56	Euro/anno





Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Viale Repubblica 198P Ronchi
N° cliente	444792493

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	15000
Potenza impegnata, kW	99,6
Potenza disponibile, kW	87,5
Franchigia, kW	87,5

Opzione applicata	M1
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

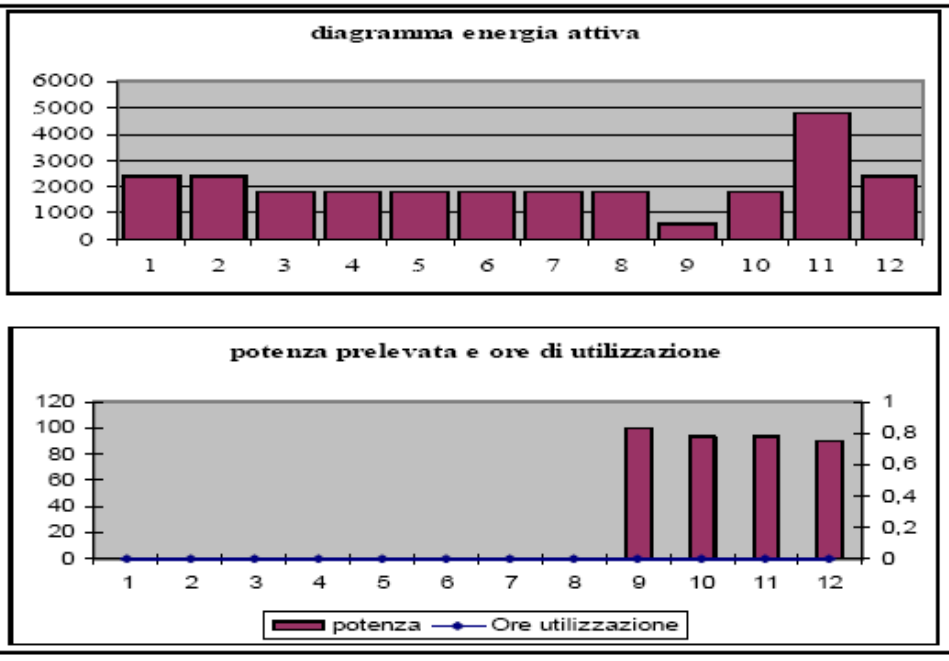
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	potenza	Ore utilizzazione
1	13/01/2003	2400	6000	0,371	0	0
2	11/02/2003	2400	5400	0,406	0	0
3	13/03/2003	1800	3600	0,447	0	0
4	18/04/2003	1800	4800	0,351	0	0
5	19/05/2003	1800	3600	0,447	0	0
6	12/06/2003	1800	4200	0,394	0	0
7	15/07/2003	1800	4800	0,351	0	0
8	27/08/2003	1800	5400	0,316	0	0
9	17/09/2003	600	2400	0,243	99,6	0
10	15/10/2003	1800	5400	0,316	93,6	0
11	14/11/2003	4800	10200	0,426	93,6	0
12	18/12/2003	2400	4800	0,447	90,6	0

totale	kWh	25200

60600 kvarh

Potenza max prelevata kW	99,6
Potenza min prelevata kW	0
Ore utilizzazione anno	253

Maggiorazione basso cosφ	886,04	Euro/anno



Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Via Roma 383AP Ronchi
N° cliente	444792078

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	380
Potenza impegnata, kW	65,9
Potenza disponibile, kW	66
Franchigia, kW	66

Opzione applicata	B2
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

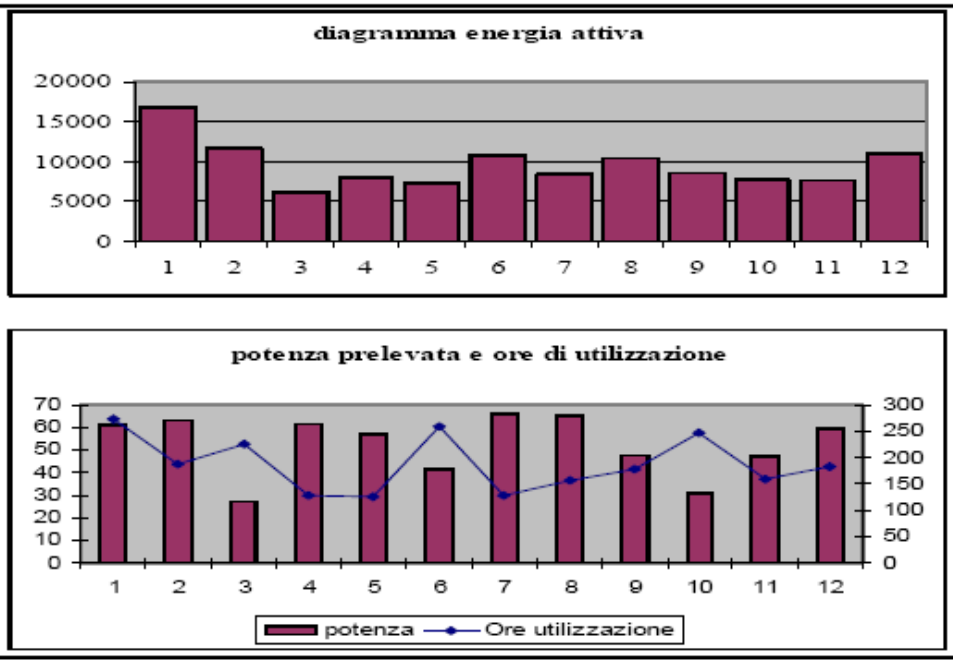
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	potenza	Ore utilizzazione
1	13/01/2003	16760	10950	0,845	61,1	274,30
2	17/02/2003	11670	7480	0,846	63,4	187,22
3	12/03/2003	6220	3970	0,843	27,4	227,01
4	15/04/2003	7950	5150	0,839	61,8	128,64
5	12/05/2003	7210	5060	0,819	57,0	126,49
6	18/06/2003	10800	7390	0,825	41,8	258,37
7	15/07/2003	8420	5390	0,842	65,9	127,77
8	14/08/2003	10310	6660	0,840	65,7	156,93
9	12/09/2003	8470	5350	0,845	47,6	177,94
10	17/10/2003	7690	5480	0,814	31,1	247,27
11	21/11/2003	7530	5000	0,833	47,5	158,53
12	12/12/2003	10930	6820	0,848	59,7	183,08

totale	kWh	114160

74340 kvarh

Potenza max prelevata kW	65,9
Potenza min prelevata kW	27,4
Ore utilizzazione anno	1732

Maggiorazione basso cosφ	558,91	Euro/anno



Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Via Roma 333 Ronchi
N° cliente	444791781

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	380
Potenza impegnata, kW	23,5
Potenza disponibile, kW	43,8
Franchigia, kW	53

Opzione applicata	B2
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

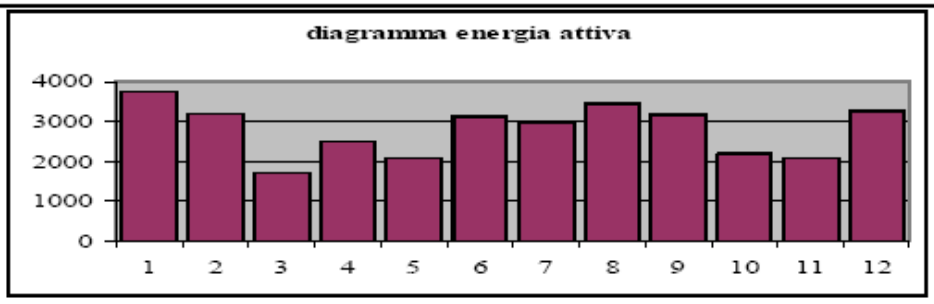
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	potenza	Ore utilizzazione
1	20/01/2003	3750	3560	0,725	23,5	159,57
2	17/02/2003	3180	2820	0,748	11,5	276,52
3	12/03/2003	1710	1510	0,750	9,5	180,00
4	15/04/2003	2500	2720	0,677	21,5	116,28
5	12/05/2003	2070	2020	0,716	21,5	96,28
6	18/06/2003	3140	3030	0,720	9,5	330,53
7	15/07/2003	2990	2710	0,741	20,5	145,85
8	14/08/2003	3450	3170	0,736	20,5	168,29
9	12/09/2003	3150	3020	0,722	11,0	286,36
10	17/10/2003	2170	2180	0,705	20,5	105,85
11	12/11/2003	2060	1970	0,723	23,5	87,66
12	12/12/2003	3270	31110	0,725	23,6	139,15

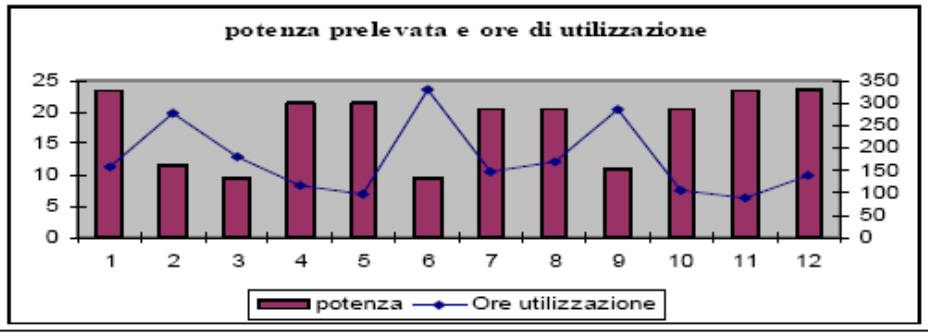
totale	kWh	33440

31820 kvarh

Potenza max prelevata kW	23,5
Potenza min prelevata kW	9,6
Ore utilizzazione anno	1423

Maggiorazione basso cosφ	554,58	Euro/anno





Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Via Lungofrigido L1B Marina di Massa
N° cliente	444733110

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	380
Potenza impegnata, kW	71
Potenza disponibile, kW	75
Franchigia, kW	104,5

Opzione applicata	B2
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

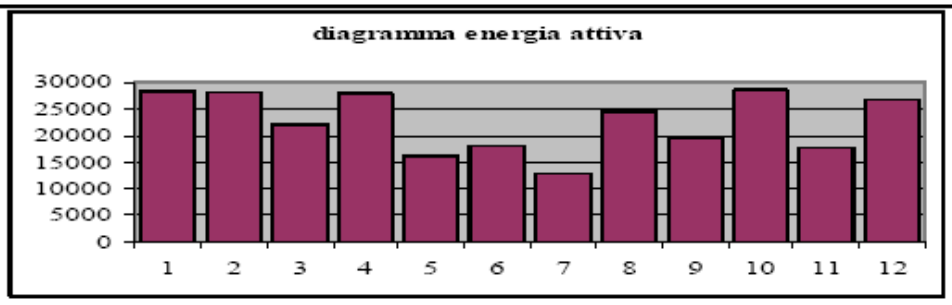
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	potenza	Ore utilizzazione
1	20/01/2003	28220	18900	0,831	63,0	447,94
2	17/02/2003	28140	18100	0,841	62,0	453,87
3	12/03/2003	21960	13520	0,852	71,0	309,30
4	16/04/2003	27840	22180	0,782	63,0	441,90
5	12/05/2003	16200	10480	0,840	61,0	265,57
6	17/06/2003	18000	11840	0,835	52,0	346,15
7	15/07/2003	12820	8660	0,829	59,0	217,29
8	14/08/2003	24620	15840	0,841	64,0	384,69
9	11/09/2003	19500	12400	0,844	64,0	304,69
10	21/10/2003	28540	20200	0,816	65,0	439,08
11	12/11/2003	17540	11460	0,837	59,0	297,29
12	12/12/2003	26720	17380	0,838	61,0	438,03

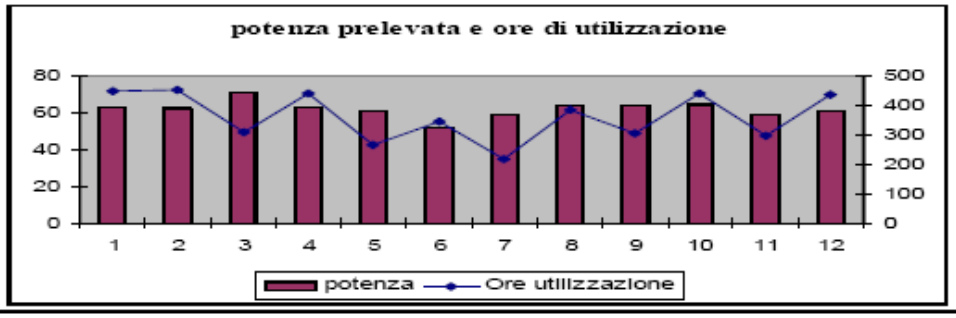
totale	kWh	270100

180960 kvarh

Potenza max prelevata kW	71
Potenza min prelevata kW	52
Ore utilizzazione anno	3804

Maggiorazione basso cosφ	556,18	Euro/anno





Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Via Pinete 348 Ronchi
N° cliente	444719125

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	380
Potenza impegnata, kW	0
Potenza disponibile, kW	22
Franchigia, kW	32

Opzione applicata	B2
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

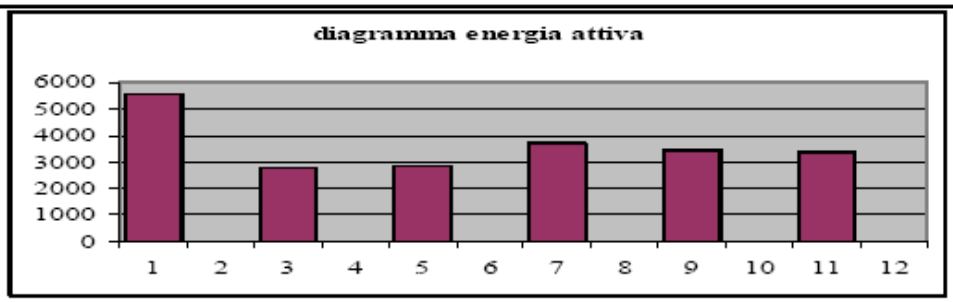
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	Potenza	Ore utilizzazione
1	30/01/2003	5547	4343	0,787	0	0
2		0	0	0	0	0
3	13/03/2003	2776	2501	0,743	0	0
4		0	0	0	0	0
5	19/05/2003	2873	2654	0,735	0	0
6		0	0	0	0	0
7	15/07/2003	3700	3351	0,741	0	0
8		0	0	0	0	0
9	17/09/2003	3443	3072	0,746	0	0
10		0	0	0	0	0
11	14/11/2003	3369	3150	0,730	0	0
12		0	0	0	0	0

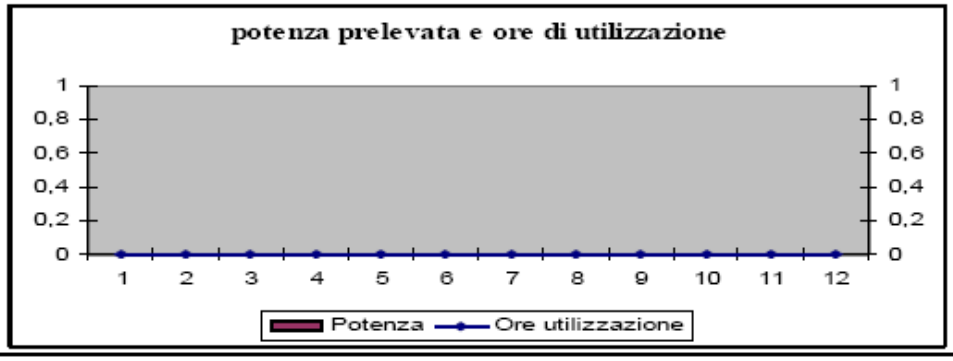
totale	kWh	21708

19071 kvarh

Potenza max prelevata kW	99,6
Potenza min prelevata kW	0
Ore utilizzazione anno	253

Maggiorazione basso cosφ	886,04	Euro/anno





Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Via Pinete 177P Marina di Massa
N° cliente	444718161

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	380
Potenza impegnata, kW	0
Potenza disponibile, kW	33
Franchigia, kW	33

Opzione applicata	B2
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

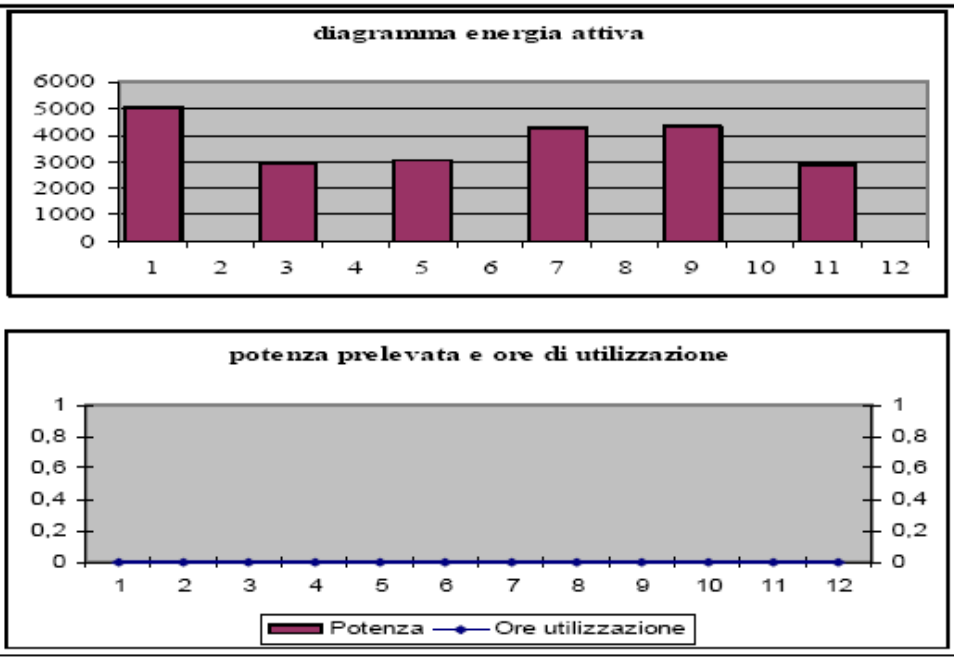
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	Potenza	Ore utilizzazione
1	29/01/2003	5016	4272	0,761	0	0
2		0	0	0	0	0
3	28/03/2003	2925	2381	0,776	0	0
4		0	0	0	0	0
5	27/05/2003	3072	2572	0,767	0	0
6		0	0	0	0	0
7	30/07/2003	4277	3661	0,760	0	0
8		0	0	0	0	0
9	29/09/2003	4335	3657	0,764	0	0
10		0	0	0	0	0
11	26/11/2003	2879	2334	0,777	0	0
12		0	0	0	0	0

totale	kWh	22504

18877 kvarh

Potenza max prelevata kW	0
Potenza min prelevata kW	0
Ore utilizzazione anno	0

Maggiorazione basso cosφ	266,37	Euro/anno



Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Via Pinete 418P Marina di Massa
N° cliente	444718536

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	380
Potenza impegnata, kW	26,5
Potenza disponibile, kW	43,8
Franchigia, kW	53

Opzione applicata	B2
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

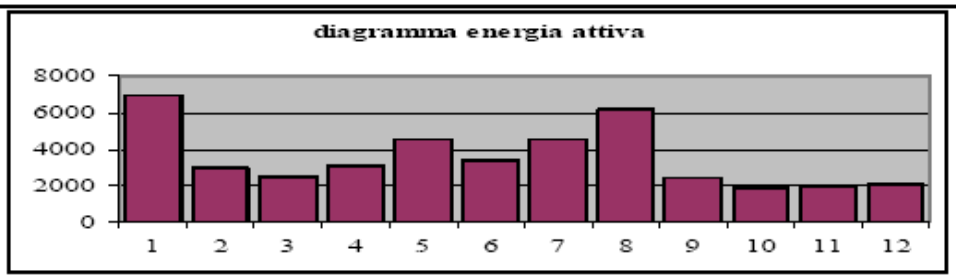
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	potenza	Ore utilizzazione
1	30/01/2003	6930	5420	0,788	20,0	346,50
2	26/02/2003	2970	2360	0,783	15,0	198,00
3	28/03/2003	2460	1960	0,782	15,0	164,00
4	29/04/2003	3050	2490	0,775	16,0	190,63
5	26/05/2003	4550	3510	0,792	26,5	171,70
6	26/06/2003	3340	3430	0,696	24,5	136,33
7	28/07/2003	4520	5980	0,603	15,5	291,61
8	28/08/2003	6130	7840	0,616	22,0	278,64
9	25/09/2003	2400	1770	0,805	12,0	200,00
10	29/10/2003	1860	1390	0,801	12,0	155,00
11	26/11/2003	1950	1420	0,808	11,5	169,57
12	22/12/2003	2080	1550	0,802	12,0	173,33

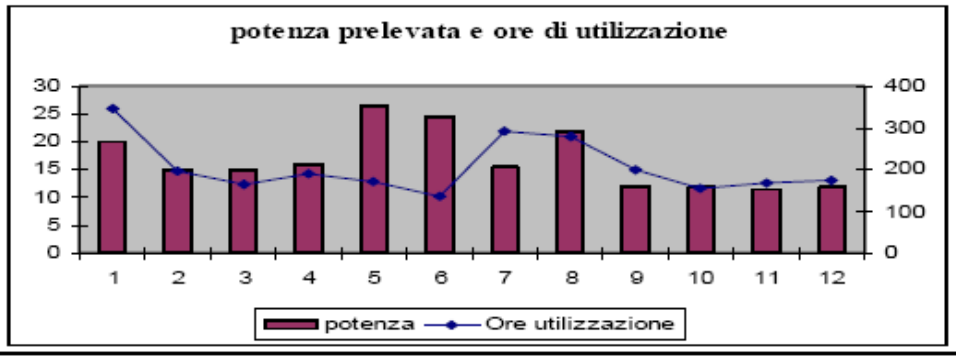
totale	kWh	42240

39120 kvarh

Potenza max prelevata kW	26,5
Potenza min prelevata kW	14,5
Ore utilizzazione anno	1594

Maggiorazione basso cosφ	556,18	Euro/anno





Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Via Pinete 420P Marina di Massa
N° cliente	444718528

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	380
Potenza impegnata, kW	26,6
Potenza disponibile, kW	43,8
Franchigia, kW	53

Opzione applicata	B2
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

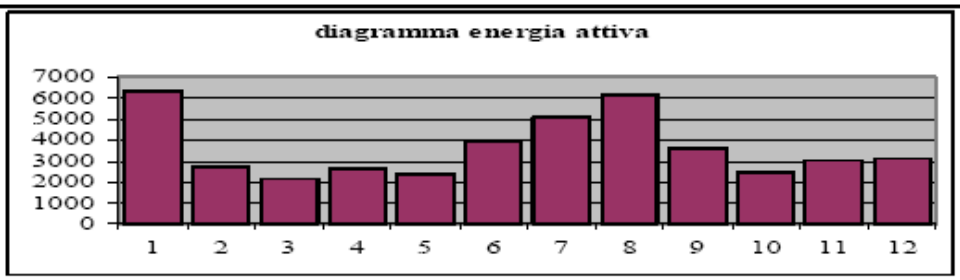
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	potenza	Ore utilizzazione
1	29/01/2003	6300	8060	0,616	20,6	305,83
2	26/02/2003	2760	3570	0,612	14,4	191,67
3	28/03/2003	2170	2810	0,611	16,6	130,72
4	29/04/2003	2650	3330	0,623	15,6	169,87
5	26/05/2003	2380	2960	0,627	17,8	133,71
6	26/06/2003	3960	4620	0,651	18,2	217,58
7	28/07/2003	5090	5800	0,660	23,6	215,68
8	28/08/2003	6150	6870	0,667	23,2	265,09
9	29/09/2003	3610	4130	0,658	22,6	159,73
10	28/10/2003	2470	2590	0,690	26,6	92,86
11	26/11/2003	3030	3320	0,674	18,4	164,67
12	22/12/2003	3120	3720	0,643	18,6	167,74

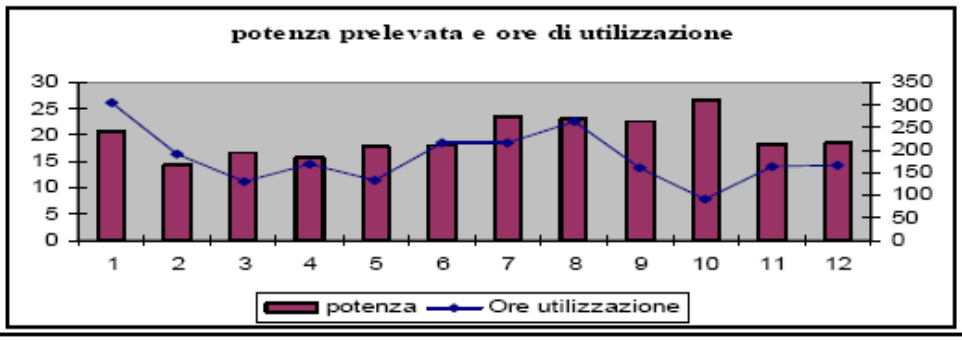
totale	kWh	43690

51780 kvarh

Potenza max prelevata kW	26,6
Potenza min prelevata kW	14,4
Ore utilizzazione anno	1642

Maggiorazione basso cosφ	154,44	Euro/anno





Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Via Pontremoli 181 Marina di Massa
N° cliente	444715278

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	380
Potenza impegnata, kW	0
Potenza disponibile, kW	22
Franchigia, kW	22

Opzione applicata	B2
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

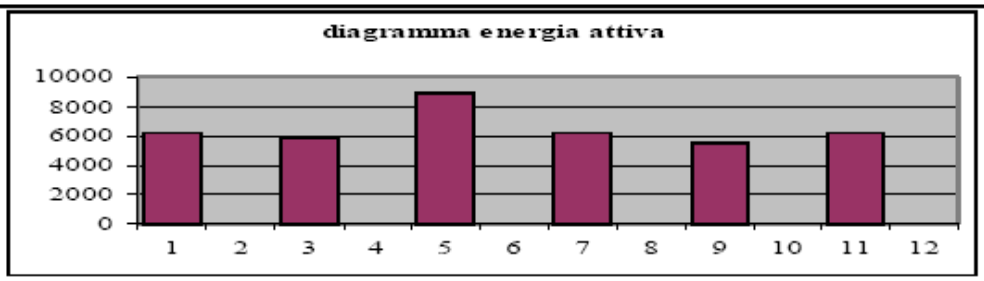
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	potenza	Ore utilizzazione
1	30/01/2003	6230	4412	0,616	0	0
2		0	0	0	0	0
3	29/03/2003	5881	4495	0,795	0	0
4		0	0	0	0	0
5	29/05/2003	8978	5108	0,807	0	0
6		0	0	0	0	0
7	29/07/2003	6218	5287	0,762	0	0
8		0	0	0	0	0
9	24/09/2003	5500	4910	0,746	0	0
10		0	0	0	0	0
11	26/11/2003	6225	5690	0,738	0	0
12		0	0	0	0	0

totale	kWh	37041

29902 kvarh

Potenza max prelevata kW	0
Potenza min prelevata kW	0
Ore utilizzazione anno	0

Maggiorazione basso cosφ	393,03	Euro/anno



Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Via Tagliamento 9P Marina di Massa
N° cliente	444700335

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	380
Potenza impegnata, kW	0
Potenza disponibile, kW	27,5
Franchigia, kW	27,5

Opzione applicata	B2
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

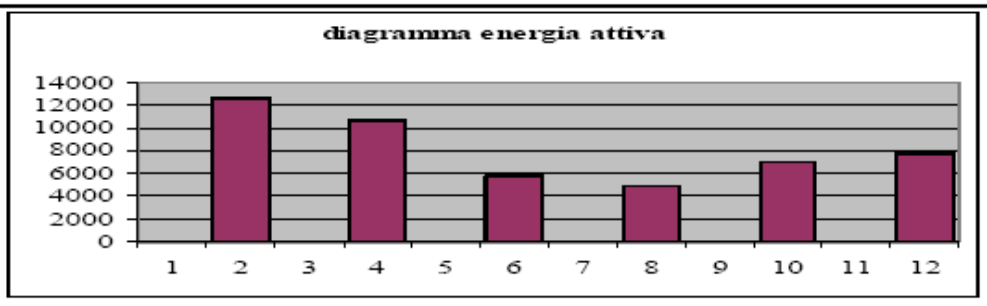
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	potenza	Ore utilizzazione
1		0	0	0	0	0
2	27/02/2003	12619	8910	0,817	0	0
3		0	0	0	0	0
4	29/04/2003	10662	7567	0,815	0	0
5		0	0	0	0	0
6	27/06/2003	5794	4075	0,818	0	0
7		0	0	0	0	0
8	29/08/2003	4932	3468	0,818	0	0
9		0	0	0	0	0
10	28/10/2003	7070	5154	0,808	0	0
11		0	0	0	0	0
12	23/12/2003	7695	5446	0,816	0	0

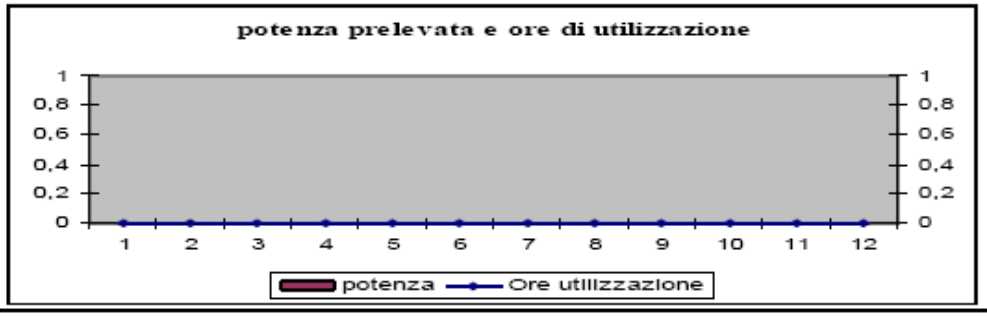
totale	kWh	48772

34620 kvarh

Potenza max prelevata kW	0
Potenza min prelevata kW	0
Ore utilizzazione anno	0

Maggiorazione basso cosφ	321,40	Euro/anno





Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Via Aurelia Sud 114AP Massa
N° cliente	444924870

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	15000
Potenza impegnata, kW	95,4
Potenza disponibile, kW	155,0
Franchigia, kW	224

Opzione applicata	M1
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

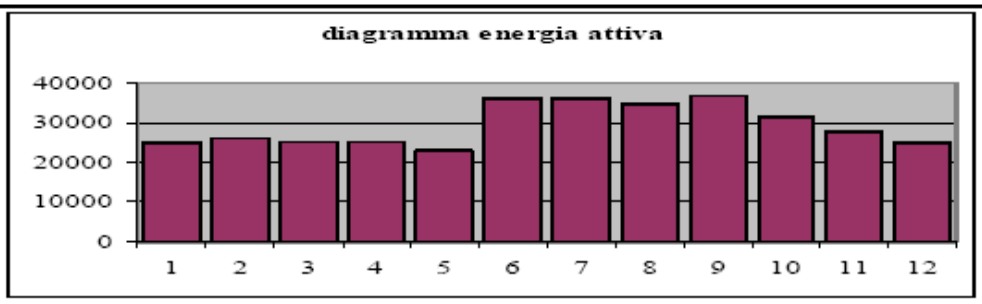
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	potenza	Ore utilizzazione
1	20/01/2003	25000	31000	0,628	80	312,5
2	20/02/2003	26000	32000	0,631	81	320,99
3	24/03/2003	25200	32400	0,614	73,2	344,26
4	24/04/2003	25200	31800	0,621	73,2	344,26
5	19/05/2003	22800	28800	0,621	83,4	273,38
6	23/06/2003	36000	45600	0,620	89,4	402,68
7	23/07/2003	36000	42000	0,651	90,6	397,35
8	20/08/2003	34800	41400	0,643	94,8	367,09
9	23/09/2003	36600	48000	0,606	95,4	383,65
10	24/10/2003	31200	41400	0,602	82,2	379,56
11	21/11/2003	27600	36000	0,608	78	353,85
12	21/12/2003	25000	31000	0,628	80	312,5

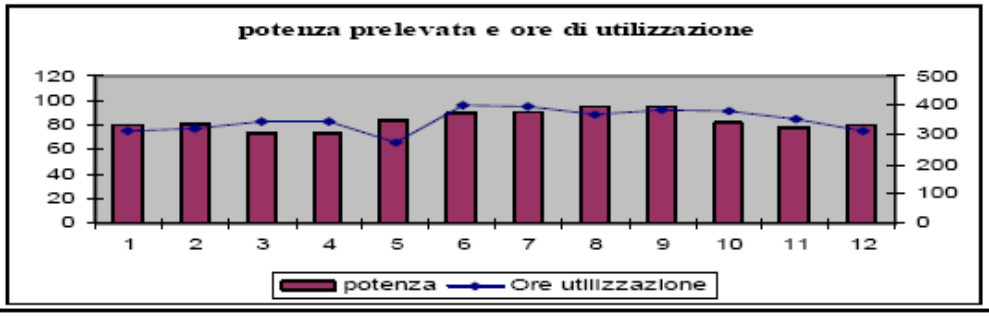
totale	kWh	351400

441400 kvarh

Potenza max prelevata kW	95,40
Potenza min prelevata kW	73,20
Ore utilizzazione anno	3683

Maggiorazione basso cosφ	4704,86	Euro/anno





Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Via Bastione 45 Massa
N° cliente	44919302

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	380
Potenza impegnata, kW	0
Potenza disponibile, kW	19,8
Franchigia, kW	27

Opzione applicata	B2
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

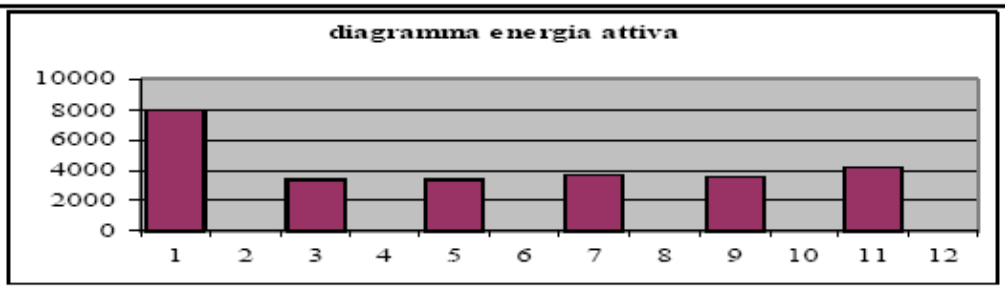
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	potenza	Ore utilizzazione
1	25/01/2003	7983	5540	0,822	0	0
2		0	0	0	0	0
3	25/03/2003	3437	2342	0,826	0	0
4		0	0	0	0	0
5	21/05/2003	3430	2524	0,805	0	0
6		0	0	0	0	0
7	24/07/2003	3703	2903	0,787	0	0
8		0	0	0	0	0
9	23/09/2003	3550	2841	0,781	0	0
10		0	0	0	0	0
11	19/11/2003	4190	3098	0,804	0	0
12		0	0	0	0	0

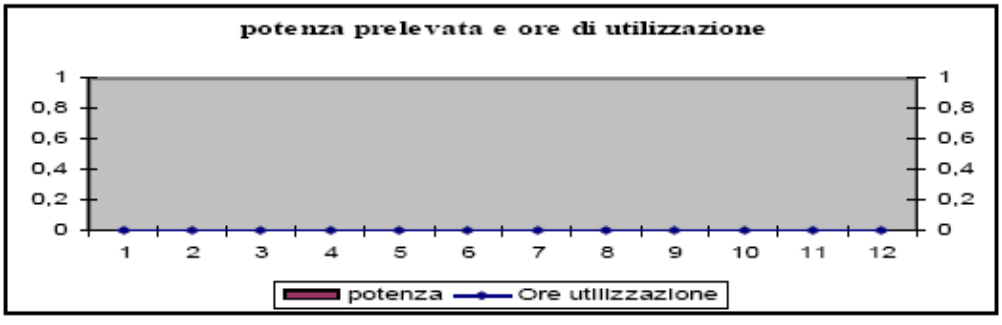
totale	kWh	26293

19248 kvarh

Potenza max prelevata kW	0
Potenza min prelevata kW	0
Ore utilizzazione anno	0

Maggiorazione basso cosφ	200,54	Euro/anno





Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Via Oliveti 75 Massa
N° cliente	443673253

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	15000
Potenza impegnata, kW	189,6
Potenza disponibile, kW	207
Franchigia, kW	210

Opzione applicata	M1
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

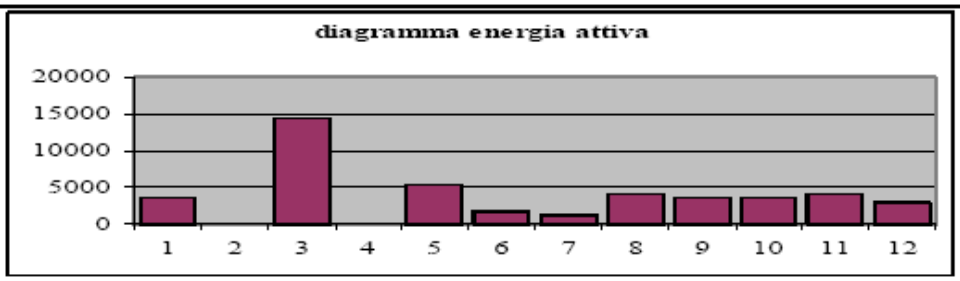
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	potenza	Ore utilizzazione
1	23/01/2003	3600	9600	0,351	0	0
2		0	0	0	0	0
3	26/03/2003	14400	33000	0,4	9,6	1500
4		0	0	0	0	0
5	23/05/2003	5400	15600	0,327	12	450
6	19/06/2003	1800	6600	0,263	8,4	214,29
7	23/07/2003	1200	7800	0,152	2,4	500
8	22/08/2003	4200	9600	0,401	183,6	22,88
9	22/09/2003	3600	8400	0,394	10,8	333,33
10	27/10/2003	3600	10200	0,333	0	0
11	25/11/2003	4200	7800	0,474	189,6	22,15
12	20/12/2003	3000	7200	0,385	147,6	20,33

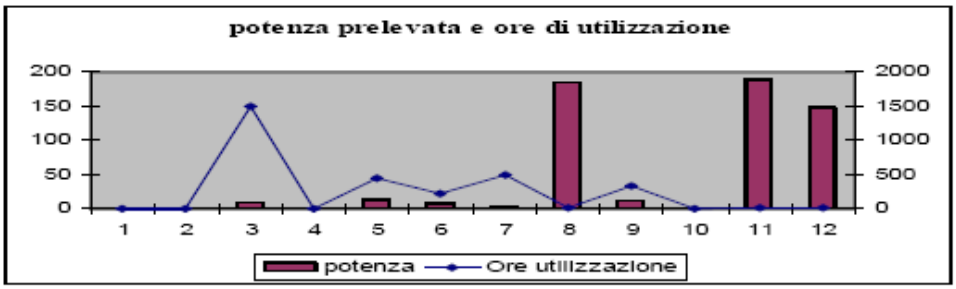
totale	kWh	45000

115800 kvarh

Potenza max prelevata kW	189,6
Potenza min prelevata kW	0
Ore utilizzazione anno	237

Maggiorazione basso cosφ	1725,99	Euro/anno





Cliente	Comune di Massa
Indirizzo fornitura	Via Oliveti 65 Massa
N° cliente	444674512

Dati contrattuali

Tensione di alimentazione volt	380
Potenza impegnata, kW	0
Potenza disponibile, kW	22
Franchigia, kW	22

Opzione applicata	B2
Deposito cauzionale	0
Addizionale provinciale	1,1363

Dato relativi ai prelievi

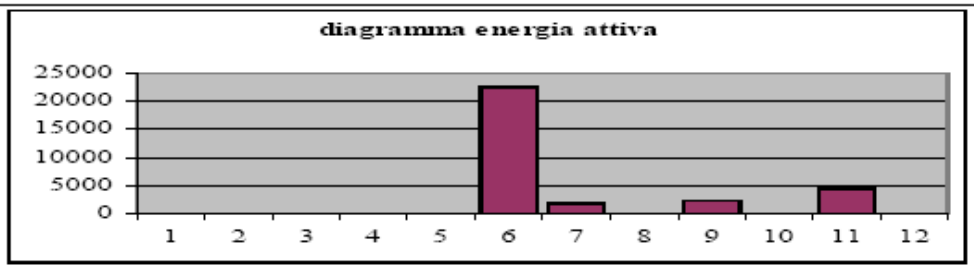
Mese consumo	Data lettura	Energia attiva	Energia reattiva	cosφ	potenza	Ore utilizzazione
1		0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0
6	10/06/2003	22,469	20696	0,736	0	0
7	23/07/2003	1810	1574	0,755	0	0
8		0	0	0	0	0
9	22/09/2003	2237	1920	0,759	0	0
10		0	0	0	0	0
11	25/11/2003	4491	4216	0,729	0	0
12		0	0	0	0	0

totale	kWh	31007

28406 kvarh

Potenza max prelevata kW	0
Potenza min prelevata kW	0
Ore utilizzazione anno	0

Maggiorazione basso cosφ	457,95	Euro/anno



6 INQUINAMENTO LUMINOSO E RISPARMIO ENERGETICO

L'inquinamento luminoso è uno degli aspetti del degrado ambientale che ha caratterizzato gli ultimi decenni, ma che ora, finalmente, comincia ad essere messo in discussione data la sua comprovata insostenibilità.

Possiamo definire inquinamento luminoso tutta la illuminazione non funzionale ad alcuna attività umana. In questo termine rientrano sia il sovradimensionamento delle sorgenti luminose (che in molti casi provocano più abbagliamento che illuminazione), sia errori in sede progettuale o di installazione (che ad esempio fan disperdere fuori dalle zone utili frazioni significative dell'energia luminosa emessa).

Dal rapporto ISTIL del 2001 si ricava che, per effetto di questo inquinamento, più di meta della popolazione italiana ha già perso la possibilità di vedere la propria "casa nell'Universo", la Via Lattea, anche nelle notti più serene. Si può inoltre affermare che per più di tre quarti della popolazione italiana non scende nemmeno una vera e propria notte – la cui definizione è "cielo più buio del crepuscolo in mezzo all'oceano" - a causa della eccessiva quantità di luce artificiale che illumina, senza senso, l'atmosfera di una luminosità superiore a quella della Luna piena.

L'aumento dell'uso irrazionale ed indiscriminato degli impianti di illuminazione, infatti, oltre a limitare con sempre maggior incidenza l'attività di ricerca scientifica condotta da astronomi ed astrofili, comporta essenzialmente un notevole dispendio energetico, inutilmente impiegato per "illuminare il cielo" e che, in termini pratici, si traduce anche in un incremento dell'inquinamento atmosferico dovuto al maggior fabbisogno energetico (ed alla conseguente emissione di inquinanti nell'atmosfera stessa) ed a un onere economico a carico dell'intera collettività.

L'importanza di sottoporre a disciplina normativa gli usi energetici da fonti di illuminazione esterna, pubblica e privata, emerge anche dalla lettura dei dati riportati nella relazione "*Segnali ambientali in Toscana – 2002. Indicatori ambientali e politiche pubbliche*" (tabella seguente) dai quali si evince come l'energia consumata per l'illuminazione pubblica nella nostra Regione sia in costante aumento *(fonti dei dati di riferimento: ENEL, GRTN, Rapporto SIVAM di Agenda XXXI del Comune di Massa)*

Tabella 20. Consumi di energia elettrica per l'illuminazione e dispersione nel cielo

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Energia Elettrica per Illuminazione pubblica (kTep)	23,7	24,5	25,1	25,6	26,2	26,6
Energia dispersa nel cielo (kTep)	7,1	7,4	7,5	7,7	7,9	8,0
Energia dispersa nel cielo (GWh)	82,5	85,8	87,6	89,4	91,5	92,8

Sebbene il trend risulti inferiore a quello nazionale (circa 1,5% anno), emerge comunque un dato "preoccupante": nel periodo 1995 – 2000 l'aumento è stato del 12,5% .Per dare un termine di paragone per l'energia sprecata per illuminare il cielo della Toscana, questa risulta dello stesso ordine della somma di tutti i consumi energetici (non solo elettrici,ma anche termici, da traffico, per produzione industriale, etc.) nell'intero territorio comunale di Massa.

Gli impianti di illuminazione mal progettati hanno effetti collaterali, quali: scarsa illuminazione a terra e ridotta sicurezza, abbagliamento ottico dei pedoni e degli automobilisti, limitazione dello scambio clorofilliano della flora, moria di insetti migranti dalle campagne alle città, disturbi psicofisici per i cittadini. Ma l'inquinamento luminoso produce evidenti effetti negativi sotto il profilo economico, ambientale, della sicurezza, artistico, culturale. Vediamone alcuni aspetti:

a) **risparmio energetico** - una razionalizzazione degli impianti di illuminazione, una ottimale scelta del tipo di lampade (ad alta efficienza e basso consumo, vedi tabella sottostante), la schermatura delle lampade, l'illuminazione a raso, porterebbero oltre che ad una migliore qualità della vita, ad un notevole risparmio energetico. Il dispendio relativo all'energia luminosa dispersa verso il cielo, nella sola Italia, è quantificabile in 200.000.000 di €/anno, con una trend di crescita annua intorno al 5%. Nella tabella sottostante sono indicati, per alcune delle più comuni tipologie di lampade: nella prima riga la potenza della lampada testata, nella seconda il flusso luminoso, nella terza l'efficienza luminosa, nella quarta la luminanza, nella quinta la temperatura di colore. Dai dati scaturiscono, infine nella quinta la potenza della lampada testata. Dalla tabella emergono chiare indicazioni per il risparmio energetico (vedi dettaglio delle tipologie più adatte nelle varie situazioni nella proposta di regolamento comunale).

Tabella 21. Grandezze fotometriche in funzione del tipo di lampade testate

	ALOGENURI	SODIO ALTA PRESSIONE	MERCURIO	SODIO BASSA PRESSIONE
W	250	250	250	180
Lm	20.000	33.000	14.000	33.000
Lm/W	80	132	56	183
Cd/m²	1.350	500	10	10
°K	4/5000	<3300	<4000	Giallo

b) **ecologico** – l'illuminazione notturna ha sicuramente un effetto negativo sull'ecosistema circostante, flora e fauna vedono modificati il loro ciclo naturale "notte - giorno". La fase notturna del ciclo della fotosintesi clorofilliana può subire alterazioni dovute proprio ad intense fonti luminose che, in qualche modo, "ingannano" il normale oscuramento. Per fare altri esempi, si pensi alle migrazioni degli uccelli che si svolgono ciclicamente secondo precise vie aeree e che possono subire "deviazioni" proprio per effetto dell'intensa illuminazione delle città.

c) **economico** - gli impianti di illuminazione debbono essere installati laddove sono veramente indispensabili e con i dovuti accorgimenti (ad esempio magari riducendone l'intensità quando non si ha bisogno della piena potenza) in modo da risparmiare circa 200 mila € per il solo Comune di Massa.

d) **culturale** - la cultura popolare del cielo stellato è ormai sempre più ridotta ad eventi particolari di tipo astronautico. Perdendo il contatto diretto con il cielo stellato l'uomo si è impoverito rispetto alle culture millenarie degli antichi popoli. Si è dimezzata la nostra esperienza visiva: gli antichi vedevano a 360 gradi, noi a 180 gradi, mancandoci la visione di quanto ci sovrasta. A titolo di esempio si pensi che gran parte degli studenti vedono ormai le costellazioni celesti solo sui libri di scuola, e gli abitanti delle grandi città non hanno mai visto una stella. La notte successiva al grande blak-out che colpì alcuni anni fa la città di Los Angeles, una miriade di chiamate intasò i centralini telefonici degli istituti scientifici della California per sapere che cosa fosse accaduto al cielo. In realtà si trattava solo del fatto che la momentanea sospensione di energia elettrica in molte zone della città e la parziale distruzione di molti impianti di illuminazione avevano reso visibili ai cittadini quel cielo stellato che i più non avevano mai visto.

e) **artistico** - passeggiando nei centri storici delle città o nelle loro zone artistiche si noterà come l'uomo con una illuminazione cervellotica riesca spesso a deturpare tanta bellezza, studiata e realizzata con abnegazione dagli artisti; luci e poi luci, fari che illuminano a giorno spazi pensati per una illuminazione naturale, proveniente da finestre di cui il pittore o lo scultore teneva conto per la scelta delle ombreggiature e delle colorazioni. L'illuminazione delle zone artistiche e dei centri storici deve essere mirata e deve integrarsi con l'ambiente circostante in modo che le sorgenti illuminanti diffondano i raggi luminosi in maniera soffusa o come si suol dire "a raso" dall'alto verso il basso, così da mettere in risalto le bellezze dei monumenti.

f) **psicologico** – nell'uomo i riflessi dell'illuminazione sono metabolici e psichici; la troppa luce o la sua diffusione in ore notturne destinate al riposo provoca "disturbi della personalità"; quante persone di notte, nella propria casa, per riposare sono costrette a chiudere completamente le serrande? Oltre che dal rumore e dall'inquinamento atmosferico, l'uomo oggi deve difendersi dalla luce "amica".

Fra i pregiudizi più comuni c'è la presunta associazione, che spesso viene portata avanti, ma senza alcun dato in letteratura a sostegno di quanto affermato, che una maggiore illuminazione si traduca in una riduzione della delinquenza. Questo, come si è appena detto, non risulta suffragato da nessun riscontro, anzi emerge, da studi condotti negli USA ed in Gran Bretagna, la possibilità che si verifichi il cosiddetto "trasferimento di reato", cioè lo spostamento dei fatti delittuosi dalle strade ai locali o spazi interni, con aumento della gravità del reato. Studi ENEA attestano che un impianto di illuminazione ben progettato può portare ad una drastica riduzione sia dei costi di costruzione dell'impianto (fino al 50%) sia dei costi di esercizio e manutenzione, e che l'adeguamento degli impianti esistenti viene in genere ad essere compensato in tempi molto ristretti (da 1 a 3 anni di esercizio, secondo la tipologia dell'intervento).

6.1 ILLUMINAZIONE E TRAFFICO

Dall'analisi degli studi disponibili in Italia risulta che nessuno rileva a seguito di incidenti stradali le condizioni del territorio e i fattori negativi dovuti all'illuminazione mal disposta e ai disturbi presenti lungo le strade: tali riferimenti non risultano nemmeno menzionati dalle statistiche, mentre è esperienza internazionale (recepita anche dal Nuovo Codice della Strada, art. 23, 153 e 170) che l'abbagliamento stradale è un aspetto negativo assolutamente da evitare e perseguire legalmente. Sempre dalle statistiche non italiane emerge come al fine della prevenzione degli incidenti stradali sia più utile la segnaletica orizzontale e verticale che l'illuminazione: la sicurezza stradale, attualmente, è limitata dalle insegne luminose installate lungo i lati delle nostre strade ed autostrade, dagli apparecchi di illuminazione abbaglianti di tipo fisso (armature stradali, fari e torri faro) o mobile (fari autoveicoli, fari rotanti etc.).

6.2 LA SITUAZIONE NEL NOSTRO TERRITORIO

La situazione nel nostro territorio comunale appare sensibilmente degradata anche in conseguenza di un mancato adeguamento alle prescrizioni della Legge Regionale 37/2000 e della inesistenza di un piano sull'illuminazione pubblica e privata. Tutto questo ha fatto sì che, anche dopo l'entrata in vigore della Legge Regionale 37/2000 Enti e privati (fra cui grandi imprese della nostra zona industriale) abbiano realizzato veri "mostri illuminotecnici", come se già non esistessero almeno 24 ditte (le principali a livello nazionale ed internazionale) che offrono intere linee di impiantistica ecologicamente compatibile (una rassegna aggiornata è presente nel sito http://www.vialattea.net/cielobuio/prodotti.htm). Ciò risulta particolarmente grave qualora si consideri che gran parte del territorio comunale rientra nella fascia di rispetto espressamente prevista dalla LR e relativa al costruendo Osservatorio Astronomico Comunale di Pian della Fioba. La situazione appare essersi degradata nell'ultimo periodo, come risulta anche dai monitoraggi del Gruppo Astrofili Massesi.

Gli studi ENEA inducono, come dicevamo. a valutare in circa 200.000 € lo spreco luminoso nel Comune di Massa.

Una indicazione, empirica ma efficace, del degrado derivante da tale spreco la si può avere facilmente recandosi all'ultimo piano del Palazzo Comunale, oppure al Castello Malaspina o in una qualunque postazione delle colline massesi: trovandoci al di sopra del piano orizzontale di tutti gli impianti luminosi, a norma della Legge Regionale, in pratica, non dovrebbe essere evidente la luce diretta di alcun punto di illuminazione (pubblico o privato): è un'esperienza che ci sentiamo di proporre didatticamente a chiunque abbia a cuore l'ecologia e l'economia del nostro territorio.

6.3 L'ASPETTO NORMATIVO

Sono attualmente vigenti e pertinenti in questo settore:

- Legge Regionale 37/2000 del 21/3/2000 vedi BURT 31.3.2000;
- Delibera della G. R. T. n. 339 del 2/4/2001, che individua le zone di rispetto attorno agli osservatori;
- Delibera della G.R.T. n. 962 del 27/09/2004, approvazione Linee Guida per la progettazione, l'esecuzione e l'adeguamento degli impianti di illuminazione esterna, parte integrante del presente atto allegato n. 1, in attuazione alla deliberazione G.R. n. 815 del 27/08/2004 "Piano regionale di azione ambientale di cui alla deliberazione Consiglio regionale n.29/04- Scheda n.17- Programma per il finanziamento progetti in tema di ecoefficienza energetica".
- Nuovo Codice della Strada Art. 23, 170, 153 (Legge 85/2001);
- Norme UNI 10819, UNI 10439 e CEI (in gran parte superate dalla Legge Regionale);
- Protocollo d'intesa fra la So.l.e (società controllata dall'Enel e che gestisce l'illuminazione pubblica in oltre il 60% dei Comuni italiani con oltre 1.600.000 punti luce) e l'Unione Astrofili Italiani, che fissa precisi impegni tecnici da parte della So.l.e stessa.

Sono giacenti in parlamento alcuni DDL per un riordino generale della materia.

Lo strumento principale in materia è rappresentato dalle Linee Guida della Regione Toscana, per la progettazione dei nuovi impianti e l'adeguamento dei vecchi impianti. Di seguito viene riportato un estratto di tali Linee Guida adottate dalla Giunta Regionale con Delibera n. 962 del 27/09/2004.

6.3.1 LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE, L'ESECUZIONE E L'ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

Criteri tecnici comuni

Tutti gli impianti di illuminazione esterna, in fase di progettazione, appalto o installazione sono eseguiti secondo criteri "antinquinamento luminoso con basso fattore di abbagliamento e a ridotto consumo energetico"

Ai fini delle presenti linee guida, sono considerate "antinquinamento luminoso con basso fattore di abbagliamento e a ridotto consumo energetico" solo gli impianti che presentano le caratteristiche di emissione, espresse in cd/klm, di seguito riportate in base alle singole tipologie di utilizzazione ed equipaggiati con lampade al sodio ad alta e bassa pressione o, comunque, con rapporto lumen/watt non inferiore a 90.

In fig. 6 sono riportati alcuni esempi di prodotti che rispondono ai requisiti "antinquinamento luminoso con basso fattore di abbagliamento e a ridotto consumo energetico", da utilizzare per la illuminazione di strade, vie secondarie, parcheggi, piazzali, zone residenziali.

In fig. 7 sono riportati alcuni esempi di corpi illuminanti non rispondenti ai requisiti indicati nelle presenti linee guida e non a norma di Legge Regionale n. 37/2000. Questa tipologia di prodotti non può essere utilizzata nel caso di nuove installazioni.

Al fine di ridurre ulteriormente il consumo energetico e l'inquinamento luminoso, gli impianti utilizzatori tali ottiche sono equipaggiati con i seguenti dispositivi in grado di ridurre la quantità di luce emessa, in misura non inferiore al 30%, dopo le ore 22,00 nel periodo di ora solare e dopo le ore 23,00 nel periodo di ora legale:

a) riduttori di flusso luminoso;

b) cablaggi bi-potenza ;

c) orologi o dispositivi notte - mezzanotte.

Inoltre gli impianti esibiscono una luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare non superiore ai livelli minimi previsti dalle normative di sicurezza, ovvero alle presenti linee guida, nel rispetto dei seguenti elementi di riferimento:

a) calcolo della luminanza in funzione del tipo e colore della superficie;

b) impiego, a parità di luminanza di apparecchi che conseguano impegni di ridotta potenza elettrica e condizioni ottimali di interasse dei punti luce;

c) mantenimento su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni connesse con la sicurezza, valori di luminanza omogenea non superiore a 1 cd/mq;

d) orientamento su impianti a maggior coefficiente di utilizzazione;

e) realizzazione di impianti a regola d'arte, così come disposto dalle Direttive CEE, normative nazionali e norme DIN - UNI - NF - ecc. assumendo a parità di condizioni i riferimenti normativi che concorrono al livello minimo di luminanza mantenuta.

Figura 6. Esempi di prodotti cut – off da utilizzare per illuminare strade, vie secondarie, parcheggi e zone residenziali

Figura 7. Esempi di corpi illuminanti non rispondenti ai requisiti delle presenti linee guida e non a norma di Legge Regionale n°37/2000. Non utilizzare questi prodotti per le nuove installazioni

Criteri per impianti specifici

Inclinazione di installazione

Le ottiche usate negli impianti stradali, parcheggi, ovvero nell'illuminazione di piazzali, grandi aree, zone industriali e commerciali, sono montate preferibilmente su pali dritti parallelamente alle superfici da illuminare o con inclinazione tale da non superare un'emissione di 5 cd/klm a 90° e 0 cd/klm a 95° e oltre. Tali valori si riducono a 0 cd/klm a 90° e oltre nelle zone tutelate.

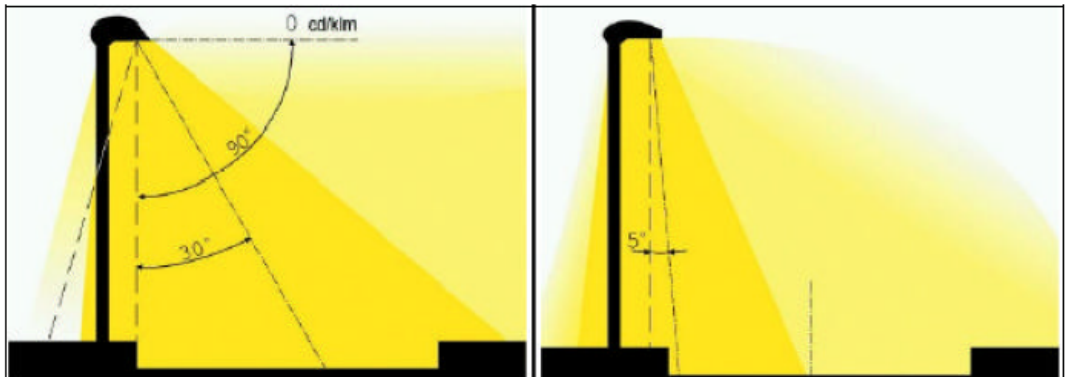
Le ottiche preesistenti sono adeguate ai criteri esposti mediante la sola variazione di inclinazione. come previsto nelle disposizioni per l'adeguamento degli impianti esistenti.

Apparecchi ad alte prestazioni oltre a permettere elevate interdistanze fra un apparecchio e l'altro, rispetto a quelle indicate in tab. 5, riescono inoltre a "spingere" adeguatamente il flusso luminoso anche in direzione trasversale lungo il piano C = 90° tale da permettere di illuminare adeguatamente l'intera larghezza della carreggiata.

In figura 8 è riportato un apparecchio dotato di vetro piano orizzontale e fascio luminoso asimmetrico inclinato mediamente di 25° – 30°. Se l'apparecchio d'illuminazione ha una fotometria corretta e studiata ad alte prestazioni, è possibile soddisfare i requisiti minimi di sicurezza richiesti dalle norme tecniche e rispettare la L.R. n. 37/2000, con interdistanze superiori a 4 volte l'altezza del sostegno.

Se invece il corpo illuminante è stato progettato con inclinazione del fascio (rispetto alla verticale) di pochi gradi, in figura 9 pari a 5°, e viene installato nelle stesse condizioni dell'apparecchio precedente, con vetro piano orizzontale, l'estensione trasversale del suo fascio luminoso non permetterà di illuminare la parte opposta della carreggiata con il conseguente mancato rispetto delle norme tecniche di sicurezza.

Figura 8. Installazione conforme LR n. 37/00 **Figura 9. Installazione non conforme LR n. 37/00**



Per sopperire a questi inconvenienti spesso si varia l'inclinazione dell'apparecchio di illuminazione di valori sino a 25° – 30° ed oltre, per compensare la mancata inclinazione del fascio lungo la direzione trasversale. In questo modo il fascio di luce viene in parte inviato verso la volta celeste contravvenendo alle disposizioni previste all'Allegato C alla L.R. n. 37/2000 (fig. 10).

Per inclinare un fascio luminoso poco inclinato, taluni apparecchi sono già dotati di vetri di protezione piani inclinati rispetto al corpo illuminante se quest'ultimo è posto in posizione orizzontale (fig.11).

Questa situazione si verifica quando la curva fotometrica non è corretta. Anche in questo caso l'intensità luminosa a 90° ed oltre diventa superiore a quella ammessa dalle presenti linee guida (5 cd/klm a 90° e 0 cd/klm a 95° e oltre; 0 cd/klm a 90° e oltre nelle zone tutelate).

Figura 10.Installazione non conforme LR n. 37/00

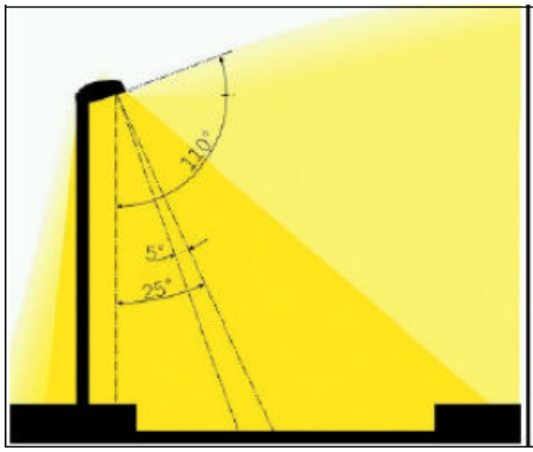
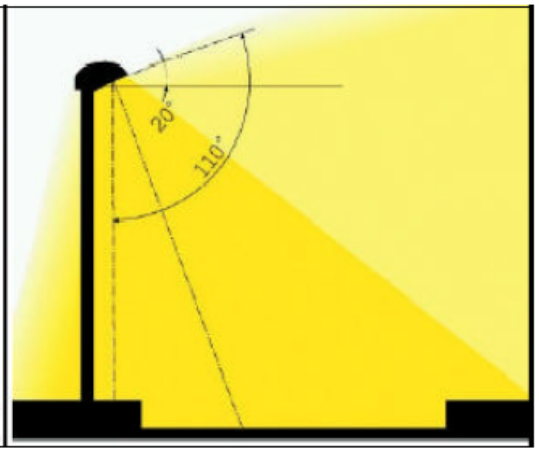


Figura 9. Installazione non conforme LR n. 37/00



La situazione peggiora ulteriormente quando anche il sostegno o lo stesso corpo illuminante è inclinato. In tale situazione l'inclinazione del vetro piano si somma a quella del sostegno per incrementare l'angolo globale, con conseguente dispersione di luce verso il cielo (fig. 12).

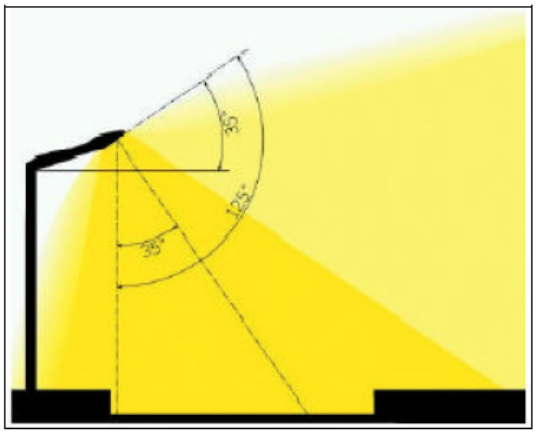


Figura 11.Installazione non conforme LR n. 37/00

Illuminazione di strade a traffico motorizzato

In riferimento a quanto indicato al punto 2) dell'Allegato C alla L.R. n. 37/2000, nell'illuminazione di strade a traffico motorizzato la luminanza media mantenuta non deve superare il livello minimo raccomandato dalla norme di sicurezza.

A livello nazionale la normativa tecnica di settore è limitata alla UNI 10439 sull'illuminazione di strade a traffico veicolare motorizzato [23]; la norma è stata recentemente aggiornata (luglio 2001) per l'armonizzazione con il nuovo Codice della Strada e le direttive relative ai Piani Urbani del Traffico [24, 25].

La norma UNI 10439 suggerisce parametri illuminotecnici di tipo quantitativo quali la luminanza media orizzontale del manto stradale Lm (cd/mq) e parametri di tipo qualitativo.

In tab. 6 sono riportati i valori minimi di Lm in funzione della classificazione delle strade e del tipo di traffico.

Classe	Tipo di strada ed ambito territoriale	Indice della categoria illuminotecnica	L_m (cd/m²)	U_0	U_l	TI (%)
A	Autostrade extraurbane	6	2	0.4	0.7	10
	Autostrade urbane					
B	Strade extraurbane principali					
C	Strade extraurbane secondarie	5	1.5	0.4	0.5	10
D	Strade urbane di scorrimento veloce	6	2	0.4	0.7	10
	Strade urbane di scorrimento	4	1	0.4	0.5	10
E	Strade urbane interquartiere	5	1.5	0.4	0.7	10
	Strade urbane di quartiere	4	1	0.4	0.5	10
F	Strade extraurbane locali					
	Strade urbane locali interzonali	3	0.75	0.4	0.5	15
	Strade urbane locali	2	0.5	0.35	0.4	15
---	---	1	0.3	0.35	0.4	15

Tabella 6 - Prescrizioni illuminotecniche per strade con traffico veicolare motorizzato.

NB: nel caso di flussi orari di traffico inferiori al flusso massimo previsto per la classe di strada durante le ore notturne, ferme restando le condizioni di sicurezza generale, è possibile ridurre il valore Lm riducendo la categoria illuminotecnica come indicato dalla norma.

Tuttavia, in base all'art. 1 della Legge n. 186/1968, tutti gli impianti elettrici devono essere realizzati e costruiti a "regola d'arte".

Ai fini della definizione della "regola d'arte" è possibile fare riferimento alla Direttiva 83/189/CEE e al D.P.R. n°447/91, art.5. Tali provvedimenti di legge specificano che devono considerarsi realizzati in conformità alla "regola d'arte" tutti gli impianti realizzati e costruiti secondo le norme UNI, DIN, NF, ecc.

E' possibile pertanto fare riferimento alla norma tedesca DIN 5044, quale valido strumento alternativo laddove la norma nazionale non fornisce adeguate indicazioni o non definisce il problema nella sua completezza.

In tab. 7 e in Tab. 8 si riportano i requisiti illuminotecnici delle strade a traffico motorizzato secondo la norma DIN 5044. La classificazione delle strade risulta più facile ed intuitiva nelle descrizioni della norma tedesca, peraltro già adottata come riferimento in molti paesi europei e in alcune normative regionali italiane [26]. Spesso, infatti, l'incertezza di attribuzione di una strada ad una certa classe, secondo la norma UNI 10439, ha determinato la scelta del valore di luminanza di 2 cd/mq; nella DIN 5044 questa incertezza viene a cadere, permettendo di utilizzare il livello di luminanza più adatto al tipo di strada.

Classificazione strada urbana	Intensità del traffico (veicoli/ora)			
DIN 5044	900	600	200	200
	Durata di superamento (ore/anno)			
	≥200	≥300	≥300	<300
Con spartitraffico con costruzioni ai lati, con traffico in sosta ai lati della/sulla carreggiata	2	2	1,5	1
Con spartitraffico con costruzioni ai lati, senza traffico in sosta ai lati	1,5	1,5	1	0,5
Con spartitraffico senza costruzioni ai lati, senza traffico in sosta ai lati	1	1	0,5	0,5
Con spartitraffico, strade principali con traffico pesante (velocità consentita >70km/h)	1,5	1	0,5	0,5
Con spartitraffico, strade principali (velocità consentita ≤70 km/h)	1	0,5	0,5	0,5
Classificazione strada urbana	**Intensità del traffico (veicoli/ora)**			
DIN 5044	600	300	100	100
	Durata di superamento (ore/anno)			
	≥200	≥300	≥300	<300
Senza spartitraffico con costruzioni ai lati, con traffico in sosta ai lati della/sulla carreggiata	2	2	1,5	0,5
Senza spartitraffico con costruzioni ai lati, senza traffico in sosta ai lati	2	1,5	1	0,5
Senza spartitraffico senza costruzioni ai lati, senza traffico in sosta ai lati	1,5	1,5	1	0,5
Senza spartitraffico, strade principali con traffico pesante (velocità consentita >70km/h)	1,5	1	0,5	0,5
senza spartitraffico, strade principali (velocità consentita ≤70 km/h)	1	1	0,5	0,5

Tabella 7 – Luminanza media mantenuta nelle strade urbane secondo la norma DIN 5044 (valori in cd/mq).

Classificazione strada Extraurbana	Intensità del traffico (veicoli/ora)		
DIN 5044	900	600	600
	Durata di superamento (ore/anno)		
	≥200	≥300	<300
Con spartitraffico, strade principali (velocità consentita >70km/h)	1,5	1	0,5
Con spartitraffico, strade principali (velocità consentita ≤70 km/h)	1	0,5	0,5
Con spartitraffico, autostrade (velocità consentita >110 km/h)	1	1	1
Con spartitraffico, autostrade (velocità consentita ≤110 km/h)	1	0,5	0,5
Classificazione strada Extraurbana	**Intensità del traffico (veicoli/ora)**		
DIN 5044	600	300	300
	Durata di superamento (ore/anno)		
	≥200	≥300	<300
Senza spartitraffico, fasce laterali, marciapiedi e piste ciclabili	1	0,5	0,5
Senza spartitraffico, con delimitazione della carreggiata, con marciapiedi e/o piste ciclabili	0,5	0,5	0,5
Senza spartitraffico strade principali con traffico pesante (velocità consentita >70km/h)	1	1	0,5
senza spartitraffico, strade principali con traffico pesante (velocità consentita ≤70 km/h)	1	0,5	0,5

Tabella 8 – Luminanza media mantenuta nelle strade extraurbane secondo la norma DIN 5044 (valori in cd/mq).

Impianti extraurbani

L'illuminazione di autostrade tangenziali, circonvallazioni è garantita con l'impiego, preferibilmente di lampade al sodio alta pressione; sono ammesse, ove possibile analoghe lampade al sodio a bassa pressione.

Ottiche ornamentali

Le sorgenti di luce altamente inquinanti come sfere, lanterne e similari, sono munite, da parte delle ditte fornitrici o dagli utilizzatori, di un'ottica adeguata in grado di schermare tutti i tipi di lampade esistenti sul mercato ed in grado di assicurare un'emissione massima non superiore a 10cd/klm a 90°, a 0,5 cd/klm a 120° e 0 cd/klm a 130° e oltre.

In ogni caso, dette ottiche non eccedono mai il valore massimo di dispersione nell'emisfero superiore del 3% del flusso totale emesso, nel caso di impianti preesistenti adeguati alle presenti disposizioni.

E' ammesso l'uso di lampade elettroniche a basso consumo purché rispondenti ai criteri e requisiti sopra indicati. Nell'illuminazione residenziale di percorsi interni, vialetti di accesso, parcheggi interni, è possibile utilizzare segna passo e/o altri dispositivi di tipo totalmente schermato verso l'alto, preferendo l'utilizzo dopo le ore 22,00 e 23,00 nel periodo di ora legale, di sensori di prossimità in luogo degli interruttori crepuscolari (fig. 13).

Figura 13. Apparecchi da utilizzare per percorsi interni, segna passo ed Illuminazione residenziale in genere.

Illuminazione di grandi aree

L'illuminazione di parcheggi, piazze, zone industriali, piazzali ed altre superfici è garantita con l'impiego preferibilmente di lampade al sodio ad alta o bassa pressione.

Gli impianti sono dotati di appositi sistemi di spegnimento o di riduzione della luminanza nei periodi di non utilizzazione o comunque, in ogni caso, dalle ore 22,00 e dalle ore 23,00 nel periodo di ora legale.

Nell'installazione di torri faro si deve prevedere una potenza installata inferiore, a parità di luminanza delle superfici illuminate, a quella di un impianto con apparecchi tradizionali, ovvero se il fattore di utilizzazione riferito alla sola superficie stradale superi il valore di 0,5.

Dette ottiche dovranno obbligatoriamente avere un'emissione non superiore a 5 cd/klm a 90° e comunque non superiore a 0 cd/klm a 100° e oltre. Nelle zone tutelate il limite è di 0 cd/klm a 90° e oltre. In ogni caso non sarà inviata luce al di fuori delle aree da illuminare.

Nelle figg. 14, 15 e 16 si riportano lo schema di funzionamento di proiettori simmetrici (a destra) e asimmetrici (a sinistra), un semplice metodo per schermare proiettori simmetrici e alcuni esempi di proiettori asimmetrici utilizzabili per illuminare grandi aree.

Nelle figg. 17 e 18 si riportano alcuni esempi di torri faro non schermate, quindi non conformi alla L.R. n. 37/2000 e torri faro perfettamente schermate.

Figura 14 - Schema di funzionamento dei proiettori. La posizione di montaggio ottimale è a 0° rispetto al piano orizzontale, in questo modo non si ha dispersione di luce verso l'alto e si sfrutta la massima funzionalità del corpo illuminante.

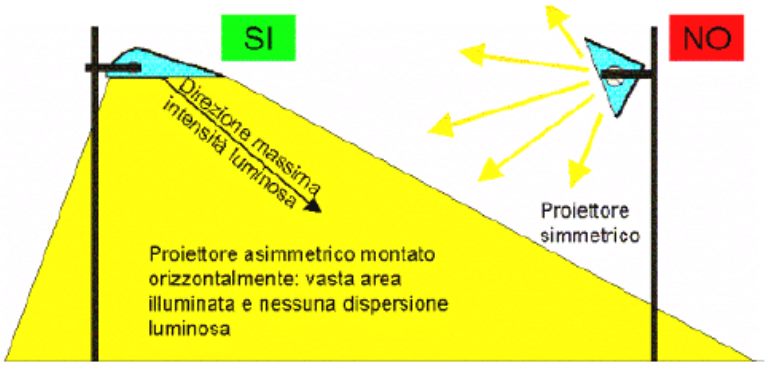


Figura 15 - Esempio di schermo facilmente realizzabile per proiettore di tipo simmetrico, con questo semplice metodo la dispersione verso l'alto e l'abbagliamento sono praticamente assenti.

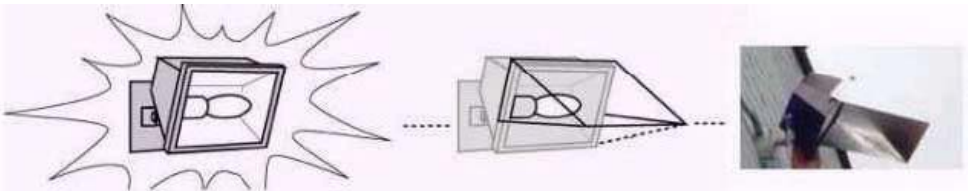
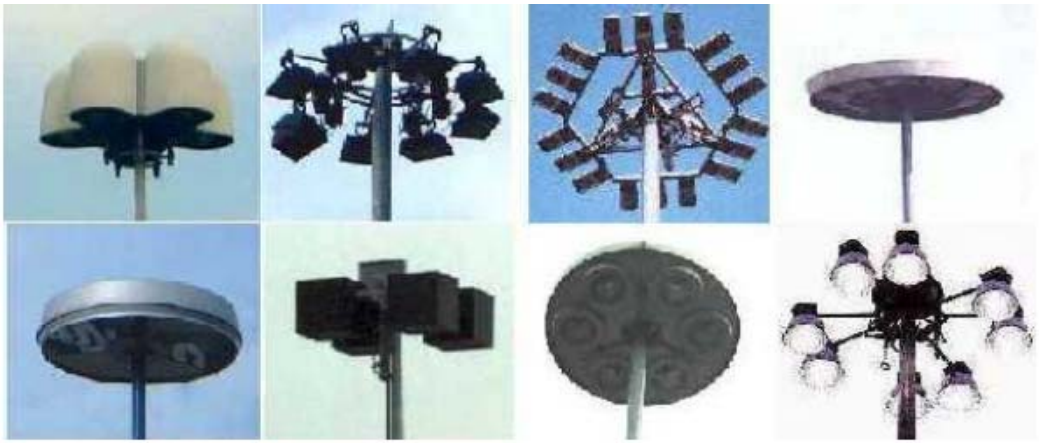


Figura 16 - Esempi di proiettori asimmetrici per illuminare grandi aree.

Figura 17 - Torri faro non schermate, quindi non conforme alla L.R. n°37/2000.

Figura 18 - Esempi di torri faro perfettamente schermate, in questo caso la luce è diretta esclusivamente verso il basso, dove realmente serve.



Illuminazione di edifici e monumenti

Per l'illuminazione di edifici sarà utilizzata la tecnica "radente dall'alto", dando preferenza agli apparecchi posizionati sotto gronda o direttamente a parete.

In fig. 19 sono riportati alcuni prodotti utilizzabili per tali generi di illuminazione.

E' prevista deroga nei casi di assoluta impossibilità di attuazione della stessa e, per soggetti di particolare e comprovato pregio architettonico. In tal caso i fasci di luce rimarranno almeno un metro al di sotto del bordo superiore della superficie da illuminare e, in ogni caso, entro il perimetro della stessa, provvedendo allo spegnimento parziale o totale, o alla diminuzione della potenza entro le ore 22,00 nel periodo di ora solare e entro le ore 23,00 nel periodo di ora legale.

In fig. 20 sono riportati alcuni esempi di errata illuminazione di edifici, l'emissione deve essere rigorosamente controllata e indirizzata dall'alto verso il basso.

L'impianto utilizzerà ottiche in grado di collimare il fascio luminoso anche attraverso proiettori tipo spot o sagomatori di luce ed essere corredato di eventuali schermi anti dispersione.

La luminanza media mantenuta non supera quella delle superfici illuminate nelle aree circostanti, quali strade, edifici o altro e, in ogni caso, essere mantenuta entro il valore medio di 1 cd/mq.

Per gli edifici privi di valore storico e per i capannoni industriali sono da preferire le lampade ad alta efficienza, quali quelle al sodio ad alta e bassa pressione; in alternativa possono essere utilizzati impianti dotati di sensori di movimento per l'accensione degli apparecchi per l'illuminazione di protezione. Sono da prevedere, altresì, sistemi di controllo che provvedano allo spegnimento parziale o totale, o alla diminuzione di potenza impiegata, entro le ore 22,00 nel periodo di ora solare e entro le ore 23,00 nel periodo di ora legale.

Non è compatibile con quanto previsto dalla Legge regionale n. 37/2000 l'illuminazione (per fini ornamentali, pubblicitari e di qualsiasi altro genere) di ogni elemento naturale del paesaggio.

Non è altresì compatibile l'utilizzo di corpi illuminanti che per dimensioni, emissione luminosa, numero ed uso improprio degli stessi, possono originare un visibile impatto sul territorio particolarmente dissonante con i livelli ed il genere di illuminazione presente nell'area.

Figura 19 - Esempi di prodotti utilizzabili per illuminazione a parete o sotto gronda.

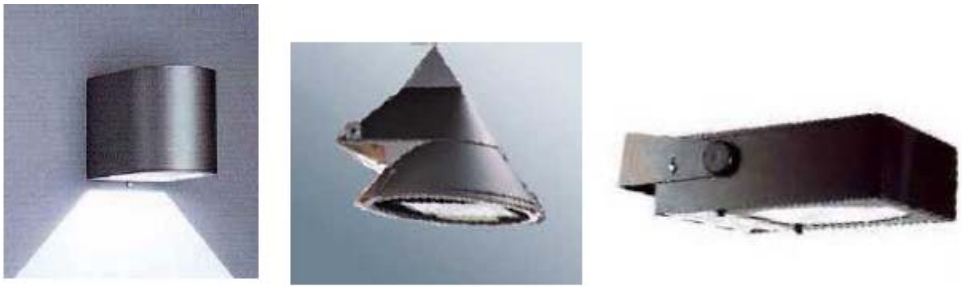
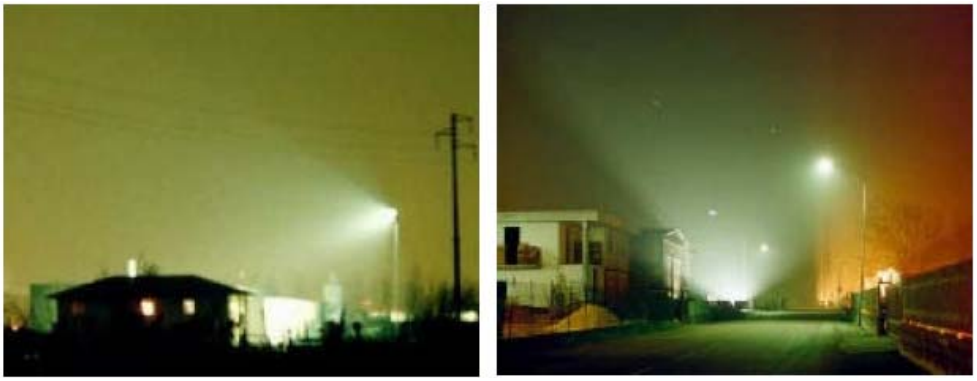


Figura 20 - Esempi di errata illuminazione di edifici, l'emissione deve essere rigorosamente controllata e indirizzata dall'alto verso il basso.



Illuminazione impianti sportivi all'aperto

L'illuminazione di impianti sportivi all'aperto, operata con fari, torri - faro e proiettori, è realizzata nel rispetto delle indicazioni generali di cui ai Criteri tecnici comuni e Criteri per impianti specifici, paragrafo relativo alla "Illuminazione di grandi aree".

La stessa deve essere garantita con l'impiego, preferibilmente, di lampade ad alta efficienza; ove ricorra la necessità di garantire un'alta resa cromatica, é possibile l'impiego di lampade agli alogenuri metallici.

Gli impianti sono dotati di appositi sistemi di variazione della luminanza in relazione alle attività effettuate quali: allenamenti, gare, riprese televisive ed altri. I proiettori sono di tipo asimmetrico, con inclinazione tale da contenere la dispersione di luce all'interno dell'area destinata all'attività sportiva.

Per gli impianti sportivi di grandi dimensioni, nel caso di riprese televisive, é possibile utilizzare oltre ai proiettori asimmetrici, proiettori a fasci concentranti comunque dotati di schermature per evitare la dispersione di luce al di fuori delle aree designate oltre angoli di 90°, comunque non oltre il 5% il flusso luminoso emesso dai corpi illuminanti.

Per le piste da sci, in riferimento a quanto contenuto nella Legge Regionale n. 37/2000, é fatto divieto la loro illuminazione entro un raggio di 10 Km da un osservatori e stazioni astronomiche professionali; in ogni caso, deve essere limitata al massimo la dispersione di luce oltre la pista medesima; il calcolo della luminanza deve essere correlato all'elevato indice di riflessione del manto nevoso. Gli impianti devono essere spenti entro le ore 21,00.

In fig. 21 si riportano alcuni esempi di illuminazione di impianti sportivi di piccole e medie dimensioni.

Figura 21 - Esempi di corretta illuminazione di impianti sportivi di piccole e medie dimensioni

Illuminazione insegne commerciali

Le insegne commerciali non dotate di luce propria sono illuminate dall'alto verso il basso e la luminanza massima ammessa, per tutti i tipi, non deve superare le 5 cd/mq (fig. 22).

Le insegne dotate di luce propria sono incassate o protette da appositi dispositivi atti a limitare la dispersione di luce verso l'alto. Per ambedue i tipi di insegna l'orario di spegnimento sarà alle ore 22,00 nel periodo di ora solare e alle ore 23,00 nel periodo di ora legale, fatto salvo per quelle di indispensabile e obbligatorio uso notturno.

Per gli esercizi che svolgono attività dopo gli orari indicati lo spegnimento sarà fatto coincidere con quello di chiusura al pubblico. In alternativa, le insegne commerciali ovvero segnali indicatori, elementi di richiamo pubblicitario, ecc… non dotate di luce propria possono essere illuminate con barre al neon di bassa potenza, ovvero con barre luminose a led.

Tali dispositivi possono essere collocati nella parte retrostante nel caso di insegne e rilievo, oppure incassati ai bordi dell'elemento da illuminare. Detti sistemi, se correttamente utilizzati, consentono un controllo ottimale dell'inquinamento luminoso ed un notevole risparmio energetico rispetto all'utilizzo tradizionale di fari e possono essere impiegati anche per porre in evidenza elementi di decoro nell'illuminazione di monumenti e di edifici.

Figura 22 - Esempi di insegne commerciali correttamente illuminate

Divieti

In riferimento a quanto previsto dalla Legge Regionale n. 37/2000, vietato in tutto il territorio regionale l'uso di fari fissi o roteanti e di qualsiasi altra struttura di richiamo luminoso (quali ad esempio i palloni aerostatici luminosi) e che disperdono la luce verso la volta celeste, per meri fini pubblicitari o di altro genere (vedi fig. 24).

Figura 24 - Esempi di proiettori e fari roteanti vietati dalla Legge Regionale n. 37/2000 in tutto il territorio regionale

Disposizioni generali per l'adeguamento degli impianti esistenti

Per gli impianti di illuminazione pubblica e privata posti sul territorio regionale e non rispondenti ai requisiti previsti nelle presenti linee guida, ovvero alle disposizioni transitorie previste all'Allegato C alla L.R n. 37/2000, è richiesto l'adeguamento da attuarsi anche con la sola installazione di appositi schermi sulle armature, alla sostituzione dei vetri di protezione, dei cablaggi elettrici e delle lampade, alla schermatura dell'emisfero superiore del corpo illuminante, alla modifica di inclinazione delle sorgenti, ovvero ancora alla semplice rimozione dei vetri protettivi, purché si assicurino caratteristiche finali analoghe a quanto disposto e ne venga certificata la conformità alle norme di settore.

Ai fini dell'adeguamento, i Comuni dovranno predisporre piani triennali di spesa nei quali siano previste quote significative di ammodernamento degli impianti per l'adeguamento a quanto previsto nelle presenti linee guida.

Adeguamento di impianti esistenti

La normale procedura di adeguamento consiste nella totale sostituzione del corpo illuminante non conforme alle misure tecniche previste nelle presenti linee guida, con altro corpo illuminante in possesso dei requisiti tecnici, indicati al paragrafo sui Criteri comuni e paragrafo sui Criteri per impianti specifici.

In alternativa, nel caso di impianti non conformi, ma di recente installazione, si possono prevedere (nel rispetto delle norme di sicurezza elettriche) adeguate procedure di normalizzazione, previa verifica delle prestazioni illuminotecniche. A titolo esemplificativo, e non esaustivo riportiamo quelle maggiormente ricorrenti:

a) Sostituzione cablaggio e lampada - La suddetta procedura é richiesta per variare il tipo di illuminazione, in modo da accrescerne l'efficienza e la compatibilità con i criteri antinquinamento luminoso, ovvero in modo da diminuirne anche la sola potenza, nei casi in cui si rileva un cospicuo spreco energetico.
b) Modifica inclinazione sorgenti - La suddetta procedura é richiesta in tutti i casi in cui l'inclinazione anomala favorisce l'emissione di luce verso l'alto e al di fuori degli spazi dedicati; può essere effettuata manualmente negli impianti dotati di sistema di aggancio regolabile oppure con l'impiego di appositi accessori quali raccordi o snodi angolari, preventivamente certificati.
c) Sostituzione vetri di protezione - Tale procedura é richiesta nei casi in cui il tipo di chiusura impiegata comporta un aumento ingiustificato dell'emissione di luce verso l'alto e al di fuori degli spazi dedicati.
d) Schermatura emisfero superiore - Tale procedura è riservata, in modo particolare alle ottiche aperte ornamentali quali globi, sfere e lanterne particolarmente inquinanti. Può essere effettuata con l'apposizione di schermi nell'emisfero superiore del corpo illuminante, ovvero con la sola verniciatura, purché in grado di trattenere la luce ed evidenziare caratteristiche tecniche finali analoghe a quelle previste per tali genere di ottiche.

e) Riduzione dell'intensità luminosa - Con tale procedura si rispetta il punto 4 dell'allegato C della L.R. 37/2000 il quale prevede la riduzione dell'intensità luminosa nelle ore di minor utilizzo degli impianti.

Sostituzione cablaggio

Questa operazione è generalmente consigliata per la variazione dell'illuminazione con lampade ai vapori di mercurio a quella con lampade al sodio ad alta pressione. Con questa modalità, dato che le lampade al sodio presentano un'efficienza assai superiore, rispetto alle lampade al mercurio, otteniamo un risparmio energetico medio valutabile nell'ordine del 40%.

In tale procedura, al fine di evitare inutili sprechi energetici ed incrementare l'inquinamento luminoso, occorre considerare la maggiore efficienza delle lampade al sodio rispetto a quelle al mercurio. Pertanto, a titolo esemplificativo, si consiglia la sostituzione dei cablaggi 125 W mercurio con quelli a 70 W sodio alta pressione e la sostituzione dei cablaggi 250 W mercurio con quelli a 100 e 150 W sodio alta pressione.

Per effettuare l'operazione suddetta è necessaria la sostituzione dell'alimentatore, dell'accenditore e, ovviamente, della lampada.

La procedura di sostituzione degli elementi del cablaggio può essere validamente utilizzata anche per ridurre la potenza, laddove si riscontrano impianti palesemente sovra dimensionati, che producono marcati fenomeni di inquinamento luminoso e conseguente spreco energetico.

Nella procedura di sostituzione delle lampade ai vapori di mercurio con quelle al sodio si consiglia di non utilizzare le lampade al sodio alta pressione con accenditore interno, in quanto, sebbene sia quasi praticamente assente la manodopera, il risparmio energetico conseguibile medio é solo del 10% ed, in molti casi si avrebbe un aumento ingiustificato della potenza e dei lumen emessi con conseguente incremento dell'inquinamento luminoso.

In più le lampade al sodio con accenditore interno sono costose e di difficile reperibilità e, generalmente, non sono compatibili con i riduttori di flusso.

Figura 25 - Elementi di cablaggio elettrico.

Sostituzione vetro di chiusura

L'elemento di chiusura, specie nelle armature stradali é determinante al fine di controllare la dispersione di luce verso l'alto e, quindi, l'inquinamento luminoso.

A tale scopo sono da preferire le chiusure realizzate in vetro piano temperato. Con l'utilizzo dei vetri piani viene minimizzato l'abbagliamento, pericoloso per la circolazione stradale, che é invece massimo nei lampioni con vetri sporgenti prismati.

Le chiusure sporgenti possono essere facilmente sostituite, dato che alcune case produttrici forniscono direttamente i vetri piani in alternativa a quelli curvi.

L'operazione di sostituzione consente, in molti casi, il recupero dell'efficienza in termini di flusso luminoso diretto a terra. Infatti, occorre considerare che le coppe sporgenti realizzate in materiali plastici quali policarbonato e simili, già dopo un anno di esercizio subiscono un processo di opacizzazione ed annerimento irreversibile, dovuto all'azione combinata di agenti atmosferici e smog, appunto responsabili di tale perdita di efficienza.

Figura 26 - Lampione stradale originariamente con coppa sporgente prismata sostituita con chiusura in vetro piano temperato.

I vetri piani, al contrario, non vanno incontro a nessun processo di invecchiamento molecolare e, in ogni caso, possono essere facilmente puliti. Tale intervento può essere effettuato nei casi in cui l'interdistanza tra i punti luce è tale da consentire valori di luminanza conformi alle presenti Linee Guida ed alle norme tecniche di riferimento.

Recupero inclinazione ottimale

Un fattore fondamentale che determina l'aumento dell'inquinamento luminoso é l'inclinazione delle sorgenti. In molti impianti vengono utilizzati pali a sbraccio curvi con angoli fino a 20° e anche più rispetto al piano orizzontale della strada. Tale caratteristica tecnica accentua gli effetti abbagliamento, pericolosi per la circolazione stradale e contribuisce ad inviare parte della luce anche all'interno delle abitazioni poste lungo le strade.

Nel caso di armature stradali obsolete non dotate di aggancio palo regolabile in altezza, ma ancora perfettamente funzionanti é possibile installare sul palo curvo preesistente appositi raccordi in tubo zincato con diametro finale di 60 mm., preventivamente certificati, riportando l'inclinazione della sorgente luminosa a valori prossimi a 0° rispetto al piano orizzontale stradale.

Tale procedura di adeguamento é riservata ai lampioni stradali, tuttavia ricordiamo che può essere facilmente controllata e normalizzata, anche solo manualmente, l'inclinazione relativa a fari, torri faro, sorgenti luminose pertinenti impianti sportivi, grandi aree e monumenti.

Schermatura emisfero superiore

I globi e le sfere a diffusione libera e anche quelle in versione semi schermata (con alette frangiluce o differenziale interno) sono tra i peggiori sistemi per quanto riguarda l'efficienza luminosa per la percentuale di luce che rimandano verso l'alto (in alcuni casi fino al 60%) ben oltre il 3% previsto dalle attuali norme transitorie (Allegato C) della L.R. n. 37/2000 - "Norme per la prevenzione dell'inquinamento luminoso".

Sono molto diffusi, sia nell'illuminazione pubblica e, soprattutto in quella residenziale e privata.

La procedura di adeguamento consiste nella verniciatura dell'emisfero superiore del corpo illuminante ed é particolarmente efficace nel caso di sfere e globi realizzati in materiale trasparente o fumé, specialmente se equipaggiate con lampade di bassa potenza.

Occorre intervenire sul corpo illuminante in modo che la parte schermata sia almeno il 50% dello stesso, con una prima mano di colore chiaro metallizzato, al fine di dissipare eventuali accumuli di calore all'interno dell'ampolla e per accrescerne la funzionalità, in quanto tale processo aumenterà notevolmente la resa luminosa verso il basso.

Successivamente, viene applicato un secondo strato di vernice nera, resistente per esterno, in modo da bloccare la dispersione luminosa verso l'alto.

La procedura é economica e, se realizzata a regola d'arte consente di limitare la dispersione luminosa entro valori del 3-4%, che possiamo definire ottimali, in raffronto ai valori originari di inquinamento luminoso prodotto da tali sistemi.

La medesima procedura, opportunamente adattata può dare ottimi risultati anche sulle lanterne a sospensione.

Figura 28 - Impianto con diffusori a sfere prima e dopo l'intervento di adeguamento.

E' comunque vietato utilizzare questo tipo di corpi illuminanti per la realizzazione di un nuovo impianto.

Riduzione dell'intensità luminosa

La Legge Regionale n. 37/2000 impone la realizzazione di nuovi impianti capaci di limitare dopo le ore 22,00 e le ore 23,00 nel periodo di ora legale, l'intensità luminosa di almeno il 30%, consentendo così di ottimizzare i consumi in relazione all'effettivo utilizzo degli impianti.

Con tale procedura operiamo anche un'efficace riduzione dell'inquinamento luminoso dato che una buona parte di esso è determinata dalla riflessione delle superfici illuminate e che quindi, tale percentuale sarebbe inevitabile anche nel caso di realizzazione di impianti con dispersione 0% verso l'alto.

Tale riduzione può essere realizzata con vari sistemi quali la parzializzazione (spegnimento alternato al 50% dei punti luce) oppure la realizzazione di cablaggi con doppia potenza che necessitano di appositi alimentatori per lampade a scarica ed infine l'utilizzazione dei riduttori di flusso.

La parzializzazione dell'impianto può essere validamente utilizzata dove non sussistono particolari problemi connessi con l'intensità del traffico veicolare, mentre dove abbiamo la necessità di garantire la massima uniformità di illuminazione è preferibile utilizzare i cablaggi con doppia potenza oppure i riduttori di flusso.

Le ultime generazioni tecniche di tali apparati ne permettono l'installazione anche su impianti preesistenti ed ne esistono di vari generi e potenze. Possono ridurre linee trifase e monofase, possono ridurre linee con tutti i tipi di lampade ed, in alcuni casi anche con illuminazione mista (esempio linea con lampade sodio e lampade mercurio).

Tali dispositivi inoltre, possono funzionare su impianti collegati ma anche, nel caso di riduttori più economici anche a monte di singole linee.

In genere, il costo di acquisto può essere ammortizzato nel giro di 2 o 3 anni dal risparmio energetico conseguito con la riduzione dei consumi elettrici.

7 PROGETTO DIDATTICO SUL RISPARMIO ENERGETICO

Per un paese, come l'Italia, che non possiede risorse energetiche proprie, ogni spreco di energia rappresenta una perdita economica ingente ed un inutile carico aggiuntivo di inquinamento per l'ambiente e i cittadini.

Anche nella nostra città, dati obbiettivi consentono di documentare la diffusa presenza degli sprechi energetici che correntemente si verificano negli edifici civili, come negli impianti industriali o nelle scuole pubbliche e private.

Il Gruppo di lavoro costituito nell'ambito del progetto RI.MA 21 (Agenda 21 del Comune di Massa), dopo una ampia ed esaustiva discussione sul modo più efficace per affrontare il problema del Risparmio Energetico nel territorio Comunale, a seguito della presentazione di dati documentali obiettivi che attestano come negli edifici scolastici di proprietà comunale, si verifichino sprechi energetici imputabili all'inadeguatezza delle strutture e a cattivi comportamenti degli utenti, ha unanimemente deciso di porre l'attenzione sul fenomeno sviluppando due azioni contemporanee e interdipendenti.

Il gruppo di lavoro ha dunque impostato la propria azione individuando nelle strutture scolastiche il luogo fisico (inteso cioè come struttura edilizia) ed antropologico (ossia inteso come componenti umane: docenti, allievi e relative famiglie) nel quale sperimentare una concreta azione di sensibilizzazione seguendo queste linee guida:

- rilevare - attraverso un puntuale monitoraggio dei consumi - lo stato energetico dei fabbricati scolastici esistenti (dispersioni, cattivi utilizzi dell'energia, ecc.) all'interno del territorio comunale ed individuare, successivamente, alcuni edifici-campione sui quali verificare la possibilità di adottare misure tecniche e tecnologiche per ottenere un adeguato risparmio energetico e giungere ad ottenere la certificazione energetica degli edifici stessi;
- porre in campo una strategia di sensibilizzazione e comunicazione, rivolta alle varie componenti del mondo della scuola, per fa si che il tema del risparmio energetico possa divenire un argomento da collocare a pieno titolo nella programmazione curriculare delle varie scuole, con ricaduta nel coinvolgimento delle famiglie.

Questo secondo aspetto specifico dell'azione di RI. MA 21, volto ad affrontare in modo propositivo il tema del risparmio energetico, è stato affidato allo scrivente con lo specifico obbiettivo di procedere alla realizzazione di strumenti didattici rivolti alle scuole.

Ciò per dare attuazione alla volontà, posta in evidenza dal gruppo di lavoro, di rendere disponibili tali strumenti a partire dal mese di Settembre 2004, data di inizio dell'attività di programmazione didattica e di redazione dei vari P.O.F. di Istituto.

Il Gruppo di lavoro ha fornito l'input di predisporre una serie di materiali divulgativi ed esplicativi, organicamente correlati tra loro in modo da attuare una vera e propria campagna di sensibilizzazione rivolta principalmente ai giovani studenti della scuola primaria di primo e secondo grado (scuole elementari e medie) fornendo ai docenti - nel contempo - i necessari strumenti operativi per operare in piena autonomia o con la collaborazione di esperti forniti dal Comune nel quadro delle iniziative di supporto al progetto.

7.1 IL LINGUAGGIO

Quello del linguaggio da usare, nella costruzione dei materiali, è stato un aspetto al quale si è voluto riservare particolare attenzione.

Avvicinare i giovani alla conoscenza di problematiche tecniche e scientifiche relative a un dato argomento, costituisce spesso un vero problema. Del resto, se si vuole fare di necessità virtù, bisogna cercare di trasformare l'apprendimento in una sorta di piacevole gioco evitando accuratamente, tuttavia, di cadere nel rischio di banalizzare la qualità della comunicazione e, conseguentemente, della relativa conoscenza.

Per ottenere i risultati voluti, si è ritenuto necessario utilizzare un linguaggio che fosse chiaro, semplice e divertente, e per tale ragione è stato scelto il linguaggio grafico del disegno.

Questo per "sdrammatizzare", in un certo senso, i contenuti tecnici che il problema dell'energia porta con sé, e consentire di comprendere in modo facile, immediato e intuitivo, la necessità e le ragioni che ci "costringono" a risparmiare energia, assumendo comportamenti quotidiani più attenti ed efficaci.

Il mondo delle immagini appartiene al mondo giovanile fin dalla più tenera età, mentre la lettura e la scrittura rappresentano conquiste successive.

Nel sistema comunicazionale contemporaneo, in ambito scolastico viene riservato all'immagine uno spazio crescente, anche per effetto di una sempre più limitata attitudine alla lettura. E questo accade non soltanto da parte dei ragazzi, ma anche degli adulti.

7.2 GLI OBIETTIVI

Gli obbiettivi che il gruppo si è proposto di raggiungere sono stati così enucleati:

a) favorire la divulgazione, a livello degli studenti, delle problematiche generali del risparmio energetico;

b) favorire la presa di coscienza che il problema del risparmio energetico pone, in modo da modificare il proprio atteggiamento culturale;

c) promuovere concretamente l'adozione di comportamenti virtuosi tesi a limitare al massimo gli sprechi energetici, non solamente a scuola, ma anche nella propria abitazione;

d) coinvolgere nel progetto anche le famiglie degli studenti, sensibilizzando i vari componenti a comportarsi in modo coerente con la finalità di perseguire il massimo risparmio energetico.

7.3 GLI STRUMENTI PRODOTTI

Entro il mese di giugno 2004 sono state elaborate e presentate delle proposte preliminari affinché fosse possibile concertare, assieme al gruppo di lavoro, la messa a punto del materiale medesimo in modo da renderlo disponibile per l'inizio delle lezioni, nel settembre successivo.

Si è cercato di ottenere la massima efficacia comunicativa attraverso i testi e le vignette, (del disegnatore Nicola Guerra), che sono state realizzate secondo le indicazioni del coordinatore e del gruppo di lavoro. In modo particolare, la breve didascalia che accompagna l'immagine disegnata, descrive quali dovrebbero essere i comportamenti che ciascuno è chiamato a tenere, in casa come a scuola.

Relativamente ai vari strumenti e impianti tecnologici, che ormai abbondano nelle nostre case, li abbiamo riuniti in alcune "categorie" che, per comodità di descrizione, sono state così sintetizzate:

- illuminazione
- isolamento termico e riscaldamento
- in cucina
- frigorifero e congelatore
- lavatrice e lavastoviglie
- acqua
- rifiuti

Un momento conclusivo e di sintesi è stato destinato all'autovalutazione dei comportamenti di ciascuno, in modo da evidenziarne i punti di debolezza sui quali agire per evitare errori e migliorare il nostro rapporto nei confronti degli sprechi energetici e dell'ambiente.

A questo scopo è stata destinata una scheda collocata in calce al depliant, che reca una serie di domande alle quale si deve rispondere con una crocetta.

Ad un dato risultato corrisponde un determinato profilo comportamentale rispetto al quale viene misurata l'atteggiamento personale.

Ciascun allievo può dunque, in modo semplice ma immediato ed efficace, riconoscersi nel proprio risultato, riflettere sui modi per migliorarsi e, conseguentemente, autocorreggersi in caso di errore.

Dicevamo che l'attenzione particolare e specifica che il Progetto RI.MA 21 ha rivolto nei confronti delle scuole del territorio è dipesa essenzialmente dalla presa di coscienza - maturata in seno al gruppo di lavoro - circa la necessità di sviluppare un'azione nei confronti dei giovanissimi allievi dell'età in cui è più facile attivare un processo educativo e correttivo.

La scuola primaria, in quanto maggiormente coinvolta nella fase iniziale del processo educativo e formativo, è stata assunta come scuola di riferimento e gli studenti di questa fascia scolare sono stati pertanto individuati come i destinatari naturali per l'acquisizione di nozioni e comportamenti in materia di risparmio energetico e di fonti energetiche rinnovabili e pulite.

Ovviamente, il messaggio che RI.MA 21 ha inteso proporre alle scuole non avrebbe potuto essere efficacemente veicolato senza l'aiuto insostituibile della professionalità docente, e senza le strutture e le attrezzature che le varie scuole possono mettere a disposizione del progetto.

E' nata dunque a questo punto una piccola campagna di sensibilizzazione al risparmio energetico, elaborata all'interno del gruppo di lavoro, che ha dato vita ad alcuni strumenti di studio e di lavoro.

Detti strumenti sono di seguito descritti.

- **Il cd rom**

E' ormai un dato acquisito che tutte le scuole, al loro interno, dispongono di una dotazione di attrezzature multimediali e competenze professionali sufficienti a svolgere lezioni o esposizioni di argomenti, con l'ausilio di computer e videoproiettori.

Queste attrezzature e competenze sono particolarmente efficaci per varie ragioni, ma in primo luogo perché consentono di visualizzare - per il tramite dello schermo - concetti e situazioni difficilmente rappresentabili in altro modo, e poi perché catturano straordinariamente l'interesse visivo degli studenti.

Si è perciò ritenuto utile produrre uno strumento che fosse utilizzabile con le attrezzature informatiche normalmente in dotazione alle scuole.

Attraverso una serie di *slides* preordinate, messe in serie interattiva col programma Power Point, è possibile far vedere e commentare una serie di situazioni-tipo, frequenti nella scuola come nella casa, rispetto alle quali è possibile assumere comportamenti "*risparmiosi*", tali da ovviare ai più frequenti sprechi energetici.

Lo strumento è destinato ai docenti delle discipline scientifiche e, comunque, a tutti quegli insegnanti che si occupano a vario titolo dell'educazione alle tematiche a carattere ambientale.

Il CD ROM si presta allo svolgimento di lezioni-conversazioni-discussioni interattive fornendo la base per una serie di puntuali riferimenti tecnici e comportamentali.

- **Il depliant illustrativo pieghevole**

Il depliant (in carta riciclata), secondo strumento predisposto da gruppo di lavoro, è destinato agli allievi, ai quali consente di seguire "in diretta" quanto viene esposto e commentato dal docente simultaneamente alla visione del CD ROM.

Il pieghevole viene consegnato a ciascun studente per essere posto fra i libri ed i quaderni e, portato a casa, essi potranno proseguire, con familiari e amici, la discussione relativa ai temi del risparmio energetico e delle energie rinnovabili.

L'obbiettivo è quello di creare una sorta di "condivisione" familiare sui temi della corretta gestione energetica della casa, dalla televisione alla lavatrice, dalle luci al computer.

- **Il manifesto-cartellone**

Il manifesto-cartellone è destinato ad essere collocato all'interno di ciascuna classe, affisso ad una parete o su un pannello.

Ha lo scopo di assicurare un richiamo a carattere continuativo sui temi in oggetto. La prevista durata del manifesto-cartellone deve essere - infatti -almeno di un anno scolastico. A tale scopo è stato scelto un cartoncino in carta riciclata, ricoperto da una sottile pellicola plastificata in modo da avere una maggiore protezione.

- **Il quaderno di RI.MA 21**

E' l'ultimo nato nella serie degli strumenti divulgativi rivolti a far conoscere ai giovani i contenuti del messaggio finalizzato al risparmio energetico.

Il quaderno (o meglio, i quaderni, perché sono due, uno a righe ed uno a quadretti), anch'esso realizzato in carta riciclata, ha la copertina realizzata con il percorso visivo del depliant e del manifesto-cartellone.

Presenta l'indubbio vantaggio di "circolare" nella cartella, sui banchi, sulla scrivania o la cattedra. Ha una vita relativamente lunga e, finito un quaderno, se ne può iniziare un altro. E così la sua esistenza si allunga per altri mesi ancora.

E' un testimone dell'impegno che Agenda 21 e RI.MA 21 hanno inteso dimostrare verso uno sviluppo maggiormente compatibile e, soprattutto, sensibilizzare i giovani con un "memento" continuo per i ragazzi.

Questi "prodotti culturali" hanno lo scopo di accrescere, nei giovani studenti, la consapevolezza per la necessità di favorire uno sviluppo compatibile con l'ambiente ed acquisire di comportamenti personali volti ad evitare ogni spreco delle risorse energetiche, ricercando ed utilizzando energie pulite e rinnovabili.

E' un piccolo investimento nella formazione di abitudini più responsabili, di un atteggiamento più costruttivo e rispettoso nei confronti della natura e della sostenibilità dello sviluppo.

- **Gli incontri con le classi**

Ma, oltre a questo, si intende offrire alle scuole anche l'appoggio di esperti, messi a disposizione dei docenti per incontri con le classi ed offrire loro un supporto tecnico.

Il Comune di Massa metterà quindi a disposizione delle scuole le competenze dei membri del Progetto RI-MA 21 per svolgere lezioni ed incontri sul risparmio energetico e le energie rinnovabili, secondo un calendario concordato che si protrarrà nel corso del corrente anno scolastico.

- **Il concorso didattico**

Tra le attività proposte si è pensato anche ad un concorso didattico, finalizzato a favorire la produzione di elaborati di ricerca sui temi del risparmio energetico, delle energie rinnovabili e dello sviluppo sostenibile. Ovviamente, lo scopo non è quello di favorire una competizione tra scuole e classi, ma quello di favorire la discussione ed il confronto, mettendo "in circolo" le esperienze di ciascuno.

Al progetto hanno dato adesione, fino ad oggi, l'Istituto comprensivo di scuola materna e elementare e media Massa 6, la direzione didattica del 2° circolo di Massa, la direzione didattica del 5° circolo di Massa e la scuola media don Milani.

Nell'attività didattica saranno coinvolte trenta classi e circa cinquecento studenti.

8 ALLEGATI ALLA LINEA 1

8.1 ALLEGATO I – 1. SCHEMA RELAZIONE TECNICA SUL RISPETTO DELLE PRESCRIZIONI DELLA L. 10/91

Schema di relazione tecnica sul rispetto delle prescrizioni della legge 10/91

OPERE RELATIVE AD EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE O A RISTRUTTURAZIONE DI EDIFICI. (Allegato A al DM 13/12/93)

Nota di contenuto generale: Nel presente Allegato, quando non diversamente specificato, per "legge" si intende la legge 9 gennaio 1991, n. 10, pubblicata nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 13 del 16 gennaio 1991, e per "regolamento" si intende, il d.p.r. 26 agosto 1993, n. 412, pubblicato nel supplemento ordinario alla G.U. n. 242 del 17 ottobre 1993. La terminologia utilizzata trova riferimento nelle definizioni riportate agli articoli 1, 5 e 8 del regolamento stesso mentre per il termine "ristrutturazione degli edifici" si deve far riferimento alla definizione riportata nell'articolo 31 della legge 5 agosto 1978 n. 457.

a) INFORMAZIONI GENERALI

- Comune di .....
- Progetto per la realizzazione di (specificare il tipo di opere) ..... sito in (specificare l'ubicazione o in alternativa indicare che è da edificare nel terreno di cui si riportano gli estremi del censimento al N.C.T.)
- Concessione edilizia n. ..... del .....
- Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui all'art. 3 del regolamento; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie
- Numero delle unità abitative
- Committente (i)
- Progettista (i) degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio
- Direttore (i) degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio
- Indicare se l'edificio (o il complesso degli edifici) rientra o meno tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico, ai fini dell'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia previste dall'art. 5 comma 15 del regolamento
- Indicare se l'edificio (o il complesso di edifici) rientra nella disciplina di cui all'art. 4 comma 1 della legge (edilizia sovvenzionata e convenzionata, edilizia pubblica e privata) o nella

disciplina di cui all'art. 4 comma 2 (autorizzazioni, concessione e contributi per la realizzazione di opere pubbliche), della legge stessa

- Consistenza demografica del Comune

b) FATTORI TIPOLOGICI DI EDIFICIO (O COMPLESSO DI EDIFICI)

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i seguenti:

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali
- Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione di eventuali sistemi di protezione solare
- Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.

c) PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

- Gradi giorno della zona d'insediamento, determinati in base al regolamento
- Temperatura minima di progetto dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti.

d) DATI TECNICO COSTRUTTIVI DI EDIFICIO (O COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE

- Volume degli ambienti climatizzati (V) al lordo delle strutture che li delimitano, espresso in m(esponente 3)
- Superficie esterna (S) che delimita il volume (V) espressa in m(esponente 2).
- Rapporto S/V
- Massa efficace dell'involucro edilizio espressa in kg/m(esponente 2)
- Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni (secondo norma UNI 7979)
- Valori di progetto della temperatura e della umidità interna.

e) DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI TERMICI

Per ciascun impianto termico dell'edificio o del complesso di edifici devono essere forniti:

Descrizione generale dell'impianto termico contenente i seguenti elementi, ove applicabili:

- tipologia (esempi: vedi nota 1)
- sistemi di generazione (esempi: vedi nota 2)
- sistemi di termoregolazione (esempi: vedi nota 3)
- sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

- sistemi di distribuzione del vettore termico (esempi: vedi nota 4)
- sistemi di ventilazione forzata: tipologie
- sistemi di accumulo termico: tipologie
- sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria
- durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore (gradi francesi), per potenza installata maggiore o uguale a 350 kW. Schema funzionale dell'impianto con dimensionamento delle reti di distribuzione dei fluidi termovettori e delle apparecchiature e con evidenziazione dei dispositivi di regolazione e contabilizzazione. Lo schema funzionale deve riportare una tabella riassuntiva delle apparecchiature con le loro caratteristiche funzionali e di tutti i componenti rilevanti ai fini energetici con i loro dati descrittivi e prestazionali. I dati descrittivi e prestazionali, che sono di seguito indicati, possono in alternativa essere riportati anche in tabelle a parte.

Specifiche dei generatori di energia:

Per gli impianti termici utilizzanti generatori di calore convenzionali per la climatizzazione invernale o per la produzione d'acqua calda sanitaria, indicare per ogni singolo generatore di calore:

- fluido termovettore
- valore nominale della potenza termica utile - Pn (kW)
- rendimento termico utile (o di combustione per generatori di aria calda) a Pn:
    - valore di progetto (%)
    - valore minimo prescritto dal regolamento (%)
- rendimento termico utile (o di combustione per i generatori ad aria calda) al 30% Pn:
    - valore di progetto (%)
    - valore minimo prescritto dal regolamento (%)
- combustibile utilizzato

Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse dai generatori di calore convenzionali, quali ad es.: macchine frigorifere, pompe di calore, gruppi di cogenerazione di energia termica ed elettrica, collettori solari, le prestazioni delle macchine diverse dai generatori di calore devono essere fornite indicando le caratteristiche normalmente utilizzate per le specifiche apparecchiature, applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.

Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico:

- Tipo di conduzione previsto in sede di progetto:
    - continuo con attenuazione notturna
    - intermittente.
- Sistema di telegestione dell'impianto termico (se esistente)
    - descrizione sintetica delle funzioni.

- Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati):
    - centralina climatica:
        - descrizione sintetica delle funzioni
        - numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 h
    - organi di attuazione (ad es. valvole a 3 vie):
        - descrizione sintetica delle funzioni.
- Regolatori climatici delle singole zone o unita' immobiliari:
    - n. di apparecchi
    - descrizione sintetica delle funzioni
    - numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle24 h.
- Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali (5) (o nelle singole zone, ciascuna avente caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi):
    - n. di apparecchi
    - descrizione sintetica dei dispositivi.
- Dispositivi per la contabilizzazione del calore nelle singole unità immobiliari servite da impianto termico centralizzato:
    - n. di apparecchi
    - descrizione sintetica del dispositivo.

Qualora il progetto dell'impianto termico non preveda l'installazione di dispositivi di contabilizzazione del calore nelle singole unità immobiliari, devono essere chiaramente descritti ed illustrati con schemi gli elementi che consentono la predisposizione all'adozione di tali contabilizzatori (come prescritto dal comma 6, art. 26 della legge).

Terminali di erogazione dell'energia termica; per ciascun gruppo di terminali dello stesso modello e della stessa potenza indicare:

- n. di apparecchi (quando applicabile)
- tipo (esempi: radiatori, ventilconvettori, pannelli radianti integrati nei solai)
- potenza termica nominale (quando applicabile).

Condotti di evacuazione dei prodotti di combustione; descrizione e caratteristiche principali. (dimensionamento secondo norma tecnica UNI 9615)

Sistemi di trattamento dell'acqua (6):

- tipo di trattamento.

Per altre apparecchiature e sistemi di rilevante importanza funzionale, non rientranti tra quelli indicati ai punti precedenti, devono essere fornite le specifiche normalmente utilizzate per caratterizzare le apparecchiature e i sistemi stessi.

f) PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

(I riferimenti di calcolo sono indicati nei regolamenti di attuazione della legge e nelle norme tecniche ivi richiamate, i valori di seguito riportati devono coincidere con quelli del progetto delle opere edili e dell'impianto termico)

- Caratteristiche termiche e igrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio (utilizzare fac-simile di TAB. 1)
- Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio (utilizzare fac-simile di TAB. 2)
- Trasmittanza termica (K) degli elementi divisori tra alloggi o unità immobiliari confinante (anche se su piani sovrapposti).

Indicare il valore massimo della trasmittanza termica risultante dal progetto (W/m(esponente 2) [C) e indicare a quale elemento si riferisce

- - coefficiente volumico di dispersione termica per trasmissione (Cd) in W/m(esponente 3)
    - valore di progetto
    - valore massimo consentito dalle norme regolamentari vigenti
- numero di volumi d'aria ricambiati in un'ora (valore medio nelle 24 h, espresso in h(esponente -1) (specificare per le diverse zone)
    - valore di progetto (derivante dal calcolo secondo normativa UNI)
    - valore minimo imposto da norme specifiche se esistenti (per es. derivante da norme igieniche o sanitarie)
- portata dell'aria di ricambio (G), espressa in m(esponente 3)/h (solo nei casi di ventilazione meccanica controllata)
- portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto)
- rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto)
- valore dei rendimenti medi stagionali di progetto:
    - rendimento di produzione %
    - rendimento di regolazione %
    - rendimento di distribuzione %
    - rendimento di emissione %
- valore del rendimento globale medio stagionale:
    - valore di progetto %
    - valore minimo imposto dal regolamento %
- Fabbisogno energetico normalizzato per la climatizzazione invernale (FEN), espresso in kJ/m(esponente 3) GG (7)
    - valore di progetto (indicare obbligatoriamente la metodologia UNI adottata
    - valore limite (FEN(lim) (art. 8 c. 7 del regolamento)

g) SPECIFICI ELEMENTI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DAL REGOLAMENTO

Come prescritto dal regolamento devono essere specificatamente indicate e adeguatamente motivate nei termini indicati nel regolamento stesso, eventuali deroghe alle seguenti prescrizioni:

- temperatura massima ammessa negli ambienti
- produzione centralizzata mediante generatori di calore separati per la climatizzazione invernale e per l'acqua calda sanitaria
- adozione di dispositivi di regolazione automatica della temperatura nei singoli locali o zone.

h) VALUTAZIONI SPECIFICHE PER L'UTILIZZO DELLE FONTI RINNOVABILI DI ENERGIA (da fornire solo nel caso di edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico).

Indicare le tecnologie che, in sede di progetto, sono state valutate ai fini del soddisfacimento del fabbisogno energetico mediante ricorso a fonti rinnovabili di energia o assimilate (ai sensi dell'art. 1, comma 3 della legge).

Per ogni tecnologia devono essere indicati almeno i seguenti elementi(8):

- tipo di tecnologia (esempio: cogenerazione di energia termica ed elettrica; pompa di calore)
- investimento aggiuntivo rispetto a tecnologia convenzionale in condizioni di parità d'uso
- tempo di ritorno semplice dell'investimento aggiuntivo (anni)
- eventuali elementi tecnici che ostano all'applicazione della tecnologia.

i) DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (per quanto applicabile)

- N. ..... piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali
- N. ..... prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione di eventuali sistemi di protezione solare
- N. ..... elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari
- N. ..... schemi funzionali dell'impianto termico contenenti gli elementi di cui all'analoga voce del punto e)
- N. ..... tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche e igrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio (fac-simile TAB. 1)
- N. ..... tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio (fac-simile TAB. 2)
- Altri eventuali allegati.

l) DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto .....(indicare nome e cognome)

iscritto a .....(indicare albo, ordine o collegio professionale di appartenenza, nonché provincia, numero dell'iscrizione).

(In caso di dichiarazione sottoscritta da più progettisti indicare i nominativi e i relativi estremi di iscrizione per ciascuno di essi) a conoscenza delle sanzioni previste dall'art. 34 comma 3 della legge 9 gennaio 1991, n. 10,

dichiara

sotto la propria personale responsabilità che:

a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nella legge 9 gennaio 1991 n. 10 e nei suoi regolamenti attuativi, in particolare (specificare in relazione al tipo di opere quali dei seguenti regolamenti risultano applicabili):

a1) decreto del Presidente della Repubblica, attuativo dell'art. 4

comma 1, relativo ai criteri generali tecnico-costruttivi e alle tipologie per l'edilizia sovvenzionata e convenzionata nonché per l'edilizia pubblica e privata (qualora vigente);

a2) decreto del Ministro dei lavori pubblici, di concerto con il Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, attuativo dell'art. 4 comma 2, relativo al rilascio della autorizzazioni, alla concessione e all'erogazione dei finanziamenti e contributi per la realizzazione di opere pubbliche (qualora vigente);

a3) decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, relativo alla progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici.

b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data

Il progettista

.....

(timbro e firma)

8.2 ALLEGATO I – 2. INFORMATIVA DELL'ASSESSORE ALL'AMBIENTE A FAVORE DELL'UTILIZZO DI MATERIALI ECOCOMPATIBILI

Prot.n. 37975 Massa, 11 agosto 2004

Al Dirigente Ufficio Progettazione
Arch. Lamberto Monconi
e p.c. a tutti i Dirigenti
S E D E

OGGETTO: Attuazione progetto RI-MA 21. Risparmio energetico. Integrazione e adeguamento Capitolati d'Appalto.

I partecipanti ai Gruppi di lavoro per l'attuazione del progetto RI.MA 21, analizzando e approfondendo le tematiche correlate al risparmio energetico e alle risorse energetiche rinnovabili hanno manifestato l'esigenza, condivisa dal sottoscritto, di adeguare e integrare i Capitolati d'appalto per la realizzazione di opere pubbliche sostenibili.

In particolare si consiglia per la progettazione di nuovi edifici e la ristrutturazione e manutenzione di quelli esistenti di inserire nel Capitolato Speciale d'Appalto specifiche tecniche per interventi di riqualificazione energetica volte al miglioramento delle caratteristiche degli edifici (isolamento termico delle pareti, vetri a camera, illuminazione degli stessi con lampade a basso consumo) con l'uso di prodotti e materiali a minor impatto ambientale con il marchio ecologico (ecolabel).

Si raccomanda altresì l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia (pannelli solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria o come supporto all'impianto di riscaldamento, pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica, utilizzo di soluzioni architettoniche bioclimatiche.

Anche per quanto riguarda l'illuminazione pubblica esterna è auspicabile l'uso di globi e lampadari schermati con il flusso luminoso orientato, equipaggiati di lampade al sodio in alta pressione. In questo modo si avrà un minor impatto ambientale con riduzione dell'inquinamento luminoso e una sensibile riduzione dei consumi, fino al 40% in meno rispetto alle vecchie lampade.

I componenti tecnici dei gruppi di lavoro del progetto RI.MA.21 sono a disposizione per eventuali chiarimenti e collaborazioni in merito alle problematiche rappresentate.

Cordiali saluti.

L'Assessore all'Ambiente
Infrastrutture e Manutenzione del Territorio
(Giorgio Raffi)

8.3 ALLEGATO I – 3. FORNITURE ELETTRICHE COMUNE DI MASSA. GENNAIO 2007

N°	LUOGO D'INSTALLAZIONE	SERVIZIO	N° UTENTE ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	PRECEDENTE LETTURA	ULTIMA LETTURA	TARIFFA BASE
1	Fraz Altagnana 115									
2	Fraz Altagnana		444 941 049	10		1119		04/07/2005		B1
3	Fraz Resceto 23 Forno		444 564 156	6		1414			03/11/2006	B1
4	Fraz S. Carlo	Illuminazione Pubblica	443 745 696	5		3209		27/09/2006	28/11/2006	B4
5	Fraz S. Lucia	Illuminazione Pubblica	403 962 686	6		3927			17/10/2006	B4
6	Fraz. Guadine 32		444 567 155	4				11/02/2004		B1
7	Gal Leonardo da Vinci 49		444 625 279	6		221		10/09/2006	10/11/2006	B1
8	Guadine Molino	Illuminazione Pubblica	444 567 082	7		2405		03/11/2006		B4
9	L.go Matteotti 6		444 616 181	3		316		30/06/2006		B1
10	L.go Roma	Illuminazione Pubblica	444 838 795	6,9		741			10/10/2006	B4
11	L.go Roma 241B		419 108 219	1,5		71			06/10/2006	B4
12	Loc. Bergiola Maggio 1	Illuminazione Pubblica	444 666 528	5,2		3303		07/11/2006		B4
13	Loc. Bergiola Maggio 1	Illuminazione Pubblica	406 612 341	1,5		229		06/11/2006		B4
14	loc. Ca di Cecco 34	Illuminazione Pubblica	444 939 044	2		862			22/10/2006	B4
15	Loc. Caglieglia	Illuminazione Pubblica	444 574 348	0,5		860			03/10/2006	B4
16	Loc. Caglieglia	Illuminazione Pubblica	407 789 431	2		125			06/10/2006	B4
17	Loc. Galleria Casette	Illuminazione Pubblica	444 574 216	2,4		880		03/11/2006		B4
18	Loc. Galleria Casette	Illuminazione Pubblica	444 574 208	1		1866		03/11/2006		B4
19	loc. Lavacchio Bergiola	Illuminazione Pubblica	400 263 990	1,5		259		31/01/2002		B4
20	loc. Lavacchio Bergiola	Illuminazione Pubblica	403 452 891	3		1222		07/11/2006		B4
21	loc. Lavacchio Bergiola 93	Illuminazione Pubblica	443 686 380	1,5		594		23/05/2002		B4
22	loc. Lavacchio Bergiola 75	Illuminazione Pubblica	419 094 064	1,5		802		12/07/2004		B4
23	Loc. Monte di Pasta	Illuminazione Pubblica	444 873 931	11		4847		30/04/2002		B4
24	Loc. San Carlo 1	Illuminazione Pubblica	444 930 942	10		4839		19/09/2006	22/11/2006	B4
25	Loc. San Carlo 1	Illuminazione Pubblica	444 930 942	4,5		56320		19/09/2006		B4
26	Lungomare di levante 103A ronchi	Illuminazione Pubblica	443 671 919	9,7		5819		10/09/2006	10/11/2006	B4
27	Lungomare di levante 152A ronchi	Illuminazione Pubblica	444 813 130	1		601		27/12/2001		B4
28	Lungomare di levante 18	Illuminazione Pubblica	402 895 667	1,5		1814		18/02/2000		B4
29	Lungomare di levante 196A ronchi		403 067 822	3		0		10/09/2006	10/11/2006	B1
30	Lungomare di levante 208B ronchi		403 067 989	6		0		10/09/2006	10/11/2006	B1
31	Lungomare di levante 41 ronchi		402 860 804	6		2607		10/09/2006	10/11/2006	B1
32	Lungomare di levante 43 ronchi	Illuminazione Pubblica	444 812 702	1		1007		10/03/2004		B4
33	Lungomare di levante 61A ronchi	Illuminazione Pubblica	443 671 773	9,7		9534		10/09/2006	10/11/2006	B4
34	Lungomare di levante 74 ronchi	Illuminazione Pubblica	443 717 170	3		945		22/03/2005		B4
35	Lungomare di levante/ang. Via pisa	Illuminazione Pubblica	444 803 983	18,4		8006		30/11/2006		B4
36	P.zza Albania 5	scuola /elementare	444 672 871	15		6782		18/01/2003		B1

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
37	P.zza Aranci P1	Illuminazione Pubblica	444 671 114	14		4657		28/02/2002		B4
38	P.zza Castagnola 14	Illuminazione Pubblica	444 654 864	10		5197		28/02/2002		B4
39	P.zza De Gasperi 15		444 642 408	10		3115		14/09/2006		B1
40	P.zza De Gasperi 20	Tribunale	444 642 327	130	0,958	24591	6568	31/10/2006	30/11/2006	B2
41	P.zza Garibaldi 18	Illuminazione Pubblica	444 897 601	3,5		2452		17/09/2006	17/11/2006	B4
42	P.zza Guglielmi 2		443 694 340	6		267		04/07/2003		B1
43	P.zza Liberazione 19	Illuminazione Pubblica	444 624 604	4		3273		31/12/2002		B4
44	P.zza Liberazione 19		443 737 839	30	0,929	7513	2994	31/10/2006	30/11/2006	B2
45	P.zza Madonna Quercioli 1	Illuminazione Pubblica	443 741 399	3		1243		21/09/2001		B4
46	P.zza Marchini	Illuminazione Pubblica	444 908 131	1		704		30/11/2001		B4
47	P.zza Martana 16	Illuminazione Pubblica	444 892 048	7,2		1529			20/10/2006	B4
48	P.zza Martana 2	Illuminazione Pubblica	417 786 147	1,5		170			17/10/2006	B4
49	P.zza Mattatoio 10	Depositi Mattatoio	444 616 563	25	0,979	4636	1589	20/11/2006	30/11/2006	B2
50	P.zza Mattatoio		443 678 808	15		293			16/10/2006	B1
51	P.zza Mercurio 21	Bourdillon	444 889 136	50	0,956	5227	1613	26/10/2006	24/11/2006	B2
52	P.zza Mercurio 22	BibbliO	444 889 110	30	0,827	8788	5974	31/10/2006	30/11/2006	B2
53	P.zza Mercurio 22	CANTIERE?	444 889 101	7		1084		10/08/1999		B1
54	P.zza Pellerano	Illuminazione Pubblica	444 730 943	55	0,677	2286	2488	23/11/2006	30/11/2006	B4
55	P.zza Ronchi/ang Via Ronchi	Illuminazione Pubblica	443 670 947	10		1678			10/10/2006	B4
56	P.zza S.Francesco	Illuminazione Pubblica	401 140 743	1		239		04/12/2001	16/10/2006	B4
57	P.zza Teatro 7		444 584 262	6		41		22/09/2004		B1
58	Loc. Pian della Fioba		444 932 341	10		21		07/12/2004		B1
59	Loc. Pian della Fioba		444 932 350	3		72		22/10/2006		B1
60	Loc. Pian della Fioba	Illuminazione Pubblica	444 932 333	2		236		14/11/2003		B4
61	Resceto	Illuminazione Pubblica	444 564 199	6		2010		03/11/2006		B4
62	Trav. Alteta 13	Illuminazione Pubblica	403 823 163	0,5		57		21/11/2006		B4
63	Trav. Alteta 33	Illuminazione Pubblica	419 093 947	3		1036		27/07/2004		B4
64	V.co del convento 1	Illuminazione Pubblica	406 612 368	1,5		772			06/10/2006	B4
65	V.co del convento 32	Illuminazione Pubblica	403 772 755	0,1		11			10/10/2006	B4
66	V.co Delle Suore 1 (piastronata)		444 868 104	6		47		21/02/2006	20/04706	B1
67	V.le Chiesa 21 b	Illuminazione Pubblica	444 648 325	2		1787		11/10/2004		B4
68	V.le Chiesa 26	Illuminazione Pubblica	444 649 101	5,8		2788		14/11/2006		B4
69	V.le Chiesa 28		444 648 929	4				31/10/2003		B1
70	V.le Chiesa 28	Illuminazione Pubblica	444 648 872	13		6388		24/05/2002		B4
71	V.le Chiesa 36	Illuminazione Pubblica	444 648 805	7		2577		12/10/2004		B4
72	V.le Democrazia 28	Illuminazione Pubblica	444 901 586	1,3		1058		07/07/2003		B4
73	V.le Lung. Mare di ponente 22	Colnia Ugo Pisa	444 750 863	53	0,986	8140	1360	31/10/2006	30/11/2006	B2
74	V.le Marina Vecchia 200	Illuminazione Pubblica	444 620 013	1		2713		10/03/2004		B4

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
75	V.le Medaglie d'oro 1	Illuminazione Pubblica	403 772 372	7,3					10/10/2006	B4
76	V.le Medaglie d'oro 1	Illuminazione Pubblica	443 714 456	3,5		1972		30/09/2005		B4
77	V.le Puccini 26	Illuminazione Pubblica	444 601 981	1,2		2283		22/10/2004		B4
78	V.le Puccini 5	Illuminazione Pubblica	444 601 698	1,3		1211		11/10/2004		B4
79	V.le Repubblica 127	Illuminazione Pubblica	443 717 200	3		876		09/05/2005		B4
80	V.le Repubblica 126		444 792 728	6		0		10/09/2006	10/11/2006	B1
81	V.le Repubblica 225	Illuminazione Pubblica	444 792 361	1		1139		25/06/2003		B4
82	V.le Repubblica 253	Illuminazione Pubblica	444 792 418	6,1		7686		25/06/2003		B4
83	V.le Repubblica 71	Illuminazione Pubblica	402 600 489	4,3		461			10/10/2006	B4
84	V.le Risorgimento 1	Illuminazione Pubblica	444 875 593	1		898		10/03/2004		B4
85	V.le Risorgimento 25	Illuminazione Pubblica	444 875 747	2,5		3769		31/08/2005		B4
86	V.le Roma	Illuminazione Pubblica	444 837 110							
87	V.le Roma/Via Arezzo 305	Illuminazione Pubblica	443 668 349	22,4	0,927	6058	2456	30/11/2006		B4
88	V.le Roma / V. Poggioletto	Illuminazione Pubblica	443 667 270	17,5	0,848	8654	5409	31/10/2006	30/11/2006	B4
89	V.le Roma 145	Illuminazione Pubblica	444 837 756	12,2		1306			10/10/2006	B4
90	V.le Roma 16	Illuminazione Pubblica	444 838 795	6,9				08/02/2006	09/04/2006	B4
91	V.le Roma 168/A	Illuminazione Pubblica	444 837 101	2		1333		14/02/2006		B4
92	V.le Roma 220	Illuminazione Pubblica	444 836 466	15		581			03/10/2006	B4
93	V.le Roma 241	Illuminazione Pubblica	419 108 219	1,5		168		08/02/2006	09/04/2006	B4
94	V.le Roma 241/A	Illuminazione Pubblica	444 835 672	0,8		9528		23/07/2001		B4
95	V.le Roma 279		400 615 730	15		1962			10/10/2006	B1
96	V.le Roma 333	Illuminazione Pubblica	402 170 611	2,2		372			16/10/2006	B4
97	V.le Roma 360	Illuminazione Pubblica	406 678 351	15		10630			06/10/2006	B4
98	V.le Stazione 142		444 869 101	20	0,946	2706	928	31/03/2006	30/04/2006	B2
99	V.le Stazione 142	Illuminazione Pubblica	444 870 273	3		1627		16/10/2002		B4
100	V.le Stazione 2		403 679 259	3		127			17/10/2006	B1
101	V.le Stazione 42	Illuminazione Pubblica	444 871 423	6,4		4215		28/01/2005		B4
102	V.le Stazione 42	Illuminazione Pubblica	444 871 431	2,1		433			20/10/2006	B4
103	V.le Stazione 49 B		444 869 101	20	0,944	3836	1335	31/10/2006	30/11/2006	B1
104	V.le Stazione 82	Illuminazione Pubblica	443 749 934	6		4386		24/04/2004		B4
105	V.le Stazione 83	scuola /elementare ?	444 869 364	15		3374			17/10/2006	B1
106	V.le Vespucci 22	Illuminazione Pubblica	444 691 794	1		1326		19/08/2002		B4
107	V.le Vespucci 22	Illuminazione Pubblica	444 691 824	3		376			10/10/2006	B4
108	V.le Vespucci 23		444 690 917	10		1814		07/08/2001		B1
109	V.le Vespucci 27	Illuminazione Pubblica	443 672 729	8,3		5516		01/09/2005		B4
110	Via Acqua 175		444 865 245	15		5086		06/09/2006	06/11/2006	B1
111	Via Acquale SC	Illuminazione Pubblica	402 101 962	1,2		554		14/11/2006		B4
112	Via Alfieri 9	Illuminazione Pubblica	444 870 877	4,2		1748			20/10/2006	B4

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
113	Via Alteta 92	Illuminazione Pubblica	403 823 104	0,2		44			20/10/2006	B4
114	Via Angelini 33	Illuminazione Pubblica	444 647 248	1,5		667		22/01/2002		B4
115	Via Antona	Illuminazione Pubblica	444 575 263	6,9		2507		03/11/2006		B4
116	Via Arezzo SN	Illuminazione Pubblica	407 786 785	1,7		1110		13/09/2006	14/11/2006	B4
117	Via Arni		444 932 350							
118	Via Arni		444 932 341							
119	Via Arni	Illuminazione Pubblica	444 932 333							
120	Via Arni 22	Illuminazione Pubblica	419 093 564	3		997			22/10/2006	B4
121	Via Arno 13	Illuminazione Pubblica	444 773 537	1,1		552		13/09/2006	14/11/2006	B4
122	Via Ascoli 57	Illuminazione Pubblica	444 772 557	1,7		481			26/10/2006	B4
123	Via Aurelia Ovest	Illuminazione Pubblica	444 906 723	15		6294		28/02/2002		B4
124	Via Aurelia Ovest 158B		443 663 762	3		1050			06/10/2006	D3
125	Via Aurelia Ovest 124	Illuminazione Pubblica	444 670 274	1		1161		11/10/2004		B4
126	Via Aurelia Ovest 178	Illuminazione Pubblica	444 670 134	10		5609			10/10/2006	B4
127	Via Aurelia Ovest 20	Illuminazione Pubblica	444 670 967	1		770		28/02/2002		B4
128	Via Aurelia Ovest 234	Illuminazione Pubblica	403 288 683	3		320			10/10/2006	B4
129	Via Aurelia Ovest 234b	Illuminazione Pubblica	403 288 641	0,8		467		10/10/2006		B4
130	Via Aurelia Ovest 249	Illuminazione Pubblica	443 716 998	3		1513		16/06/2005		B4
131	Via Aurelia Ovest 88	Illuminazione Pubblica	403 739 014	5,7		3128			10/10/2006	B4
132	Via Aurelia Sud 114	mercato coperto	888 075 372	150MT	0,68	25919	18817		31/10/2006	m1
133	Via Aurelia Sud 119a	Illuminazione Pubblica	407 322 231	3				10/03/2003		B4
134	Via Aurelia Sud 24	Illuminazione Pubblica	444 925 531	1				29/11/2002		B4
135	Via Aurelia Sud 98b	Illuminazione Pubblica	419 108 235	1,5		391			17/10/2006	B4
136	Via Aurelia Sud 6	Illuminazione Pubblica	444 925 728	3		2915		31/08/2005		B4
137	Via Balico 6	Illuminazione Pubblica	403 067 601	3,7		1491		07/11/2006		B4
138	Via Baracchini	Illuminazione Pubblica	403 980 803	1,8		986		21/11/2006		B4
139	Via Baracchini 10	Illuminazione Pubblica	444 687 142	0,3		160		21/11/2006		B4
140	Via Baracchini 47	Illuminazione Pubblica	444 768 983	1,7		472			26/10/2006	B4
141	Via Baracchini 180	Illuminazione Pubblica	444 769 246	1,5		416			26/10/2006	B4
142	Via Baracchini 90	Illuminazione Pubblica	444 769 912	2,5		693			26/10/2006	B4
143	Via Baracchini SC	Illuminazione Pubblica	401 579 583	1,5		932		18/06/2001		B4
144	Via Baracchini SN	Illuminazione Pubblica	400 108 811	1,5		1125		15/12/2005		B4
145	Via Bargello 38	Illuminazione Pubblica	444 921 358	4		1926		31/08/2005		B4
146	Via Bassa tambura 2	Illuminazione Pubblica	444 921 269	6,8		3805		20/09/2006	21/11/2006	B4
147	Via Bassa tambura 11	Illuminazione Pubblica	444 920 459	0,3		1038		06/12/2001		B4
148	Via Bassa tambura 19	Illuminazione Pubblica	444 920 521	15		9513		20/09/2006	21/11/2006	B4
149	Via Bassa Tambura canevara	Illuminazione Pubblica	401 019 235	5,4		2087		16/10/2006	21/11/2006	B4
150	Via Bassa tanbura 109		444 578 122	3		1383		08/06/2004	03/11/2006	B1

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
151	Via Bassa tanbura 185	Illuminazione Pubblica	444 577 321	0,5		75		03/11/2006		B4
152	Via Bassa tanbura 19P	Illuminazione Pubblica	444 920 491	17		11160		21/07/2006	19/09/2006	B4
153	Via Bassa tanbura 30 canevara	Illuminazione Pubblica	443 755 489	3,5		1098		03/11/2006		B4
154	Via Bassa tanbura 68	abitazione	444 577 398	1,5		96		03/09/2006	03/11/2006	D3
155	Via Bastione 12	Illuminazione Pubblica	419 284 297	15		8078		26/04/2004		B4
156	Via Bastione 4	Teatro Guglielmi	444 920 025	100	0,907	5560	2420	30/10/2006	24/11/2006	B2
157	Via Bastione 45	Illuminazione Pubblica	444 919 311	8		4601		20/09/2006	21/11/2006	B4
158	Via Bastione 45		444 919 302	18	0,923	1326	552	31/10/2006	30/11/2006	B2
159	Via Beatrice	Illuminazione Pubblica	444 919 051	3,2		8		17/10/2006		B4
160	Via Beccaro 6	Illuminazione Pubblica	418 942 487	1,5		372			22/10/2006	B4
161	Via Belvedere	Illuminazione Pubblica	443 648 437	6		2090		22/11/2005		B4
162	Via Belvedere 124	Illuminazione Pubblica	419 325 228	6		953		31/03/2004		B4
163	Via Belvedere 55	Illuminazione Pubblica	406 584 241	3		1260		22/09/2006	22/11/2006	B4
164	Via Benedetto Croce	Illuminazione Pubblica	444 644 591	10		4865		01/10/2005		B4
165	Via Bergiola nuova 1	Illuminazione Pubblica	407 129 318	3		35022		02/08/2002		B4
166	Via Bergiola nuova 10	Illuminazione Pubblica	403 490 369	2,9		1599			10/10/2006	B4
167	Via Bergiola nuova 23	Illuminazione Pubblica	403 494 445	1,6		901			10/10/2006	B4
168	Via Bergiola nuova 2	Illuminazione Pubblica	403 495 140	0,7		404			10/10/2006	B4
169	Via Bergiola nuova 62	Illuminazione Pubblica	444 665 840	2,1		1178			10/10/2006	B4
170	Via Bergiola Vecchia 26	Illuminazione Pubblica	419 093 904	1,5		186		06/11/2006		B4
171	Via Bigini, 17	tunnel martana	444 917 237	15		922			17/10/2006	B1
172	Via Bondano 116	Illuminazione Pubblica	444 766 166	2,1		1345		28/11/2006		B4
173	Via Bondano 61	Illuminazione Pubblica	417 422 994	1,5		1653		16/06/2006	22/11/2006	B4
174	Via Bondano 164	Illuminazione Pubblica	417 422 986	1,5					16/11/2006	B4
175	Via Bondano a mare 13	Illuminazione Pubblica	419 093 921	1,7					22/10/2006	B4
176	Via Bordigona 44	Illuminazione Pubblica	400 522 413	4,2		1432		17/07/2002		B4
177	Via Bordigona SN	Illuminazione Pubblica	400 522 405	1,1		659		29/11/2002		B4
178	Via Bottaccio 19	Illuminazione Pubblica	402 915 072	2,3		243			10/10/2006	B4
179	Via Bozzo sud 15P	Illuminazione Pubblica	443 738 347	19		7716		08/09/2006	07/11/2006	B4
180	Via Bozzone 87	Illuminazione Pubblica	402 592 192	2,3		500			20/10/2006	B4
181	Via Brugiana 176	Illuminazione Pubblica	444 666 587	4		1332		26/01/2004		B1
182	Via Brugiana 4	Illuminazione Pubblica	407 209 206	3		991		11/10/2006		B4
183	Via Brugiana 40	Illuminazione Pubblica	407 213 629	1,5		448		06/11/2006		B4
184	Via Brugnoli	Illuminazione Pubblica	444 664 126							
185	Via Caldera 21	Illuminazione Pubblica	443 694 871	4,5		1720			10/10/2006	B4
186	Via Campeggi 59	Illuminazione Pubblica	400 522 464	1,7		72210		21/09/2006		B4
187	Via Campi 1b	Illuminazione Pubblica	444 570 458	1		69		04/08/1999		B1
188	Via Campi 2b	scuola /elementare ?	444 570 423	20	0,954	2047			07/09/2006	B2

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
189	Via Camponuovo 37	Illuminazione Pubblica	419 093 602	3		763			17/10/2006	B4
190	Via Candia 58	Illuminazione Pubblica	444 663 430	2		694		07/11/2006		B4
191	Via Candia 20	Illuminazione Pubblica	444 663 928	10		2429		06/09/2006	06/11/2006	B1
192	Via Candia 4	Illuminazione Pubblica	407 278 623	6		1212		06/09/2006		B4
193	Via Candia Vecchia 2	Illuminazione Pubblica	403 268 097	1,5		1992		10/07/2006		B4
194	Via Carducci 103	Illuminazione Pubblica	443 707 565	0,8		378		14/11/2006		B4
195	Via Carducci 145	Illuminazione Pubblica	443 716 505	1,5		886		28/02/2002		B4
196	Via Carducci 179	Illuminazione Pubblica	444 661 445	9,6		4596		14/11/2006		B4
197	Via Carducci 35	Illuminazione Pubblica	444 661 071	12		6299		10/11/2006		B4
198	Via Carre 26 parco	Illuminazione Pubblica	443 690 760	1,5		718		06712/01		B4
199	Via Carre 55	Illuminazione Pubblica	444 910 810	1,2		482			20/10/2006	B4
200	Via Casamicciola 10	scuola /elementare	444 761 903	15		2409		19/08/2002		B1
201	Via Casamicciola 10	Illuminazione Pubblica	444 909 447	13		95199		31/07/2006		B4
202	Via Casamicciola 69	Illuminazione Pubblica	444 760 834	0,1		19			16/10/2006	B4
203	Via Casamicciola 99	Scuola MEDIA	444 761 016	30	0,92	4670	2055	31/10/2006	30/11/2006	B2
204	Via Casellotto 5	Illuminazione Pubblica	403 823 112	0,7		147			20/10/2006	B4
205	Via Casellotto di sopra 1	Illuminazione Pubblica	419 093 581	3		571		17/09/2006		B4
206	Via Casellotto di sotto 33	scuola /elementare ?	444 681 543	10		1117			17/10/2006	B1
207	Via Casellotto di sotto 33	Illuminazione Pubblica	444 675 195	2,4		1011			20/10/2006	B4
208	Via Casellotto sot 81		417 438 416	10		498		17/10/2006		
209	Via Casola 1	Illuminazione Pubblica	443 708 740	0,7		189			26/10/2006	B4
210	Via Casola 2A	Illuminazione Pubblica	443 677 411	18.05	0,796	3754	2901	31/10/2006	30/11/2006	B4
211	Via del Casone	Illuminazione Pubblica	444 759 852	4,6		1281			26/10/2006	B4
212	Via Casone		444 758 775							
213	Via Casone 136		444 758 767	15		899		06/10/2006	26/10/2006	B1
214	Via Casone 2	Scuola ?	444 759 879	120	0,877	11361	6219	31/10/2006	30/11/2006	B2
215	Via Casone 2		400 449 309	6		1590		31/08/2000		B1
216	Via Castagnara 177	Illuminazione Pubblica	402 813 202	2,4		975		07/11/2006		B4
217	Via Castagnara 33	Illuminazione Pubblica	418942509	1,5		981		06/09/2006	06/11/2006	B4
218	Via Castagnara 23	Illuminazione Pubblica	444 655 313	2,7		1101		07/11/2006		B4
219	Via Castagnola di sotto, 19	scuola /elementare	444 676 787	6		864		12/09/2006		B1
220	Via Catagnina 2/A	Illuminazione Pubblica	444 675 632	8		5288		01/10/2004		B4
221	Via Catagnina 2/A	Illuminazione Pubblica	444 674610	1		970		11/07/2000		B4
222	Via Celi 8	Illuminazione Pubblica	443 724 290	0,8		388		14/11/2006		B4
223	Via Celia 6	Illuminazione Pubblica	444 675 101	0,9		512		21/11/2006		B4
224	Via Celia SN	Illuminazione Pubblica	400 127 361	3		2868		10/07/2002		B4
225	Via Cervara 14	Illuminazione Pubblica	444 907 878	15		2856		17/09/2006	17/11/2006	B1
226	Via Cervara 34	Illuminazione Pubblica	403 068 187	0,6		307		20/09/2006	21/11/2006	B4

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
227	Via Cervara 5	Illuminazione Pubblica	444 906 073	3,5		3289		26/07/2005		B4
228	Via Cervolapittola 22	Illuminazione Pubblica	444 650 737	4		1909		14/11/2006		B4
229	Via Chiesina Casone 34	Illuminazione Pubblica	444 758 261	4,9		1998		08/09/2006		B4
230	Via Cimitero 10	ASCENSORI LATO	444 646 934	25	0,711	1373	1278	31/10/2006	30/11/2006	B2
231	Via Cimitero 2A	ASCENSORI LATO	444 646 977	25	0,898	1071	539	31/10/2006	30/11/2006	B2
232	Via Cimitero 2A	LOCALE ESTERNO	444 646 985	4		2		12/10/2004		B1
233	Via Cimitero 2A	FORNO	407 096 444	30	0,791	2126	1607	31/10/2006	30/11/2006	B2
234	Via Cocombola 1	Illuminazione Pubblica	403 067 997	0,8		314		07/11/2006		B4
235	Via Commercio Forno 65	Illuminazione Pubblica	444 568 798	14,9		5404		03/11/2006		B4
236	Via Comunale 1 Casette	Illuminazione Pubblica	418 728 523	1,5		749		03/11/2006		B4
237	Via Comunale 13 Casette		444 574 194	5		253		09/03/2000		B1
238	Via Comunale 43		444 573 830	10		485		05/11/2001		B1
239	Via Comunale 67 Casette	Illuminazione Pubblica	444 573 597	1		241		11/10/2002		B4
240	Via Comunale 67 Casette	Illuminazione Pubblica	444 573 589	14,8		5370		03/11/2006		B4
241	Via Conti Brunetti 1		401 170 545	6		306			06/10/2006	B1
242	Via Conti Brunetti 40	Illuminazione Pubblica	443 663 223	3		2874		30/09/2005		B4
243	Via Cucchiara 46 Bozzone		407 336 615	50	0,715	43	42	31/10/2006	30/11/2006	B2
244	Via Curtense	Illuminazione Pubblica	402 591 927	3		1232		25/07/2005		B4
245	Via D'Ancona 1	Illuminazione Pubblica	444 902 132	10		2568		17/09/2006	17/11/2006	B1
246	Via Dante 34	Illuminazione Pubblica	444 672 331	1,5		1007		28/02/2002		B4
247	Via Dei Campi Forno	Illuminazione Pubblica	403 781 088	15		10027		23/01/2002		B4
248	Via Dei Colli / S. Carlo	Illuminazione Pubblica	443 709 011	10		2452		22/11/2005		B4
249	Via Dei Colli /Antona 145	Illuminazione Pubblica	444 932 759	7,5		4749		27/09/2006	28/11/2006	B4
250	Via Dei Colli 104	Illuminazione Pubblica	444 936 550	3		617		04/04/2000		B1
251	Via Dei Colli 5		444 932 848	10		3487		25/02/2005		B1
252	Via Dei Colli 9	Illuminazione Pubblica	444 904 313	0,8		315		15/09/2005		B4
253	Via Dei Colli 93		444 936 681	20	0,999	0	0	27/09/2006	27/11/2006	b2
254	Via Dei Colli 97	Illuminazione Pubblica	400 530 416	5,8		3640		27/06/2006	28/11/2006	B4
255	Via Dei Fichi 2	Illuminazione Pubblica	444 819 871	8,3		1413			416/10/06	B4
256	Via Dei Lecci	comasca	444 805 676	10		2055		10/08/2001		B1
257	Via Dei Limoni	Illuminazione Pubblica	401 063 587	5,4		1855		21/10/2006	21/11/2006	B4
258	Via Dei Mille	Illuminazione Pubblica	444 897 597	6,4		3530		20/09/2006	21/11/2006	B4
259	Via Dei Mori 45	Illuminazione Pubblica	444 851 228	5,9		631			10/10/2006	B4
260	Via Dei Pomi	Illuminazione Pubblica	403 444 251	0,2		106		13/09/2006	14/11/2006	B4
261	Via Dei Pomi	Illuminazione Pubblica	403 443 336	0,3		160		13/09/2006	14/11/2006	B4
262	Via Dei Pomi 27	Illuminazione Pubblica	403 099 511	0,1		55		13/09/2006	14/11/2006	B4
263	Via Del Cacciatore 7A	Illuminazione Pubblica	444 906 596	12		3030		18/11/2006		B4
264	Via Del Cacciatore 7B	Illuminazione Pubblica	400 522 456	2,9		1375		31/08/2002		B4

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
265	Via Del Cacciatore 7P		444 768 754	6		996		22/09/2006	22/11/2006	B1
266	Via Del Cacciatore 7P		444 768 762	3		124		22/09/2006	22/11/2006	B1
267	Via Del Casone 130	Illuminazione Pubblica	444 758 775	4,5		3261		29/11/2004		B4
268	Via Del Falasco	Illuminazione Pubblica	444 756 039	2		1437		08/08/2002		B4
269	Via Del Fescione 66	Illuminazione Pubblica	444 820 250	1		1820		21/07/2005		B4
270	Via Del Melaro	Illuminazione Pubblica	444 615 460	1,4		558		07/11/2006		B4
271	Via Del Monco	Illuminazione Pubblica	402 563 753	3		1255		15/11/2004		B4
272	Via Del santo	Illuminazione Pubblica	444 575 239	0,5		196			03/10/2006	B4
273	Via Della Quercia	Illuminazione Pubblica	443 670 122	5,3		2926		20/09/2006	21/11/2006	B4
274	Via Della Repubblica 198	idrovora del magliano	888 075 381	100MT	0,3	1116	2244		31/10/2006	m1
275	Via Della Rocca 8A	Illuminazione Pubblica	444 875 461	8,5		4746		20/09/2006	21/11/2006	B4
276	Via Della Sala 11	Illuminazione Pubblica	444 591 617	6		5607		12/01/2002		B4
277	Via Dell'Acqua 22AP	Illuminazione Pubblica	402 770 465	0,3		127		08/09/2006	07/11/2006	B4
278	Via Dell'Acqua 48B	Illuminazione Pubblica	402 770 457	0,5		213		08/09/2006	07/11/2006	B4
279	Via Delle mura Nord 8	Illuminazione Pubblica	444 613 114	9,7		621			06/10/2006	B4
280	Via delle Pinete		401 104 216	15		209		21/06/2006		B1
281	Via Delle Pinete 110	Illuminazione Pubblica	444 721 065	1		1166		22/03/2005		B4
282	Via Delle Pinete 111	Illuminazione Pubblica	444 717 726	0,8		760		22/09/2006	22/11/2006	B4
283	Via Delle Pinete 120		402 194 278	3				04/03/2005		B1
284	Via Delle Pinete 147		402 245 361	1,5		0		22/09/2006	22/11/2006	B1
285	Via Delle Pinete 167	Illuminazione Pubblica	444 751 398	2		7527		23/06/2006		B4
286	Via Delle Pinete 167	Illuminazione Pubblica	444 718 382	11		2552		11/11/2004		B4
287	Via Delle Pinete 34		443 696 652	3		184		22/09/2006	22/11/2006	B1
288	Via Delle Pinete 396	Illuminazione Pubblica	444 718 650	1,5		1491		22/09/2006	22/11/2006	B4
289	Via Delle Pinete 77	Illuminazione Pubblica	443 677 402	19,5	0,999	4577	17	31/10/2006	30/11/2006	B4
290	Via Delle Pinete 78	Illuminazione Pubblica	443 653 678	4,2		2641		28/11/2006		B4
291	Via Dell'Ospedale	Illuminazione Pubblica	444 887 184	6		1065		20/11/2001		B4
292	Via Doninzetti 1	Illuminazione Pubblica	444 822 074	1,4		810		22/03/2005		B4
293	Via Doninzetti 90	Illuminazione Pubblica	444 821 850	0,8		640		25/10/2004		B4
294	Via Donne Partigiane	Illuminazione Pubblica	400 759 235	4		320		06/08/2001		B4
295	Via Donne Partigiane 15		403 629 979	1,5		21		06/09/2006	06/11/2006	B1
296	Via Donne Partigiane 49	Illuminazione Pubblica	444 831 006	6,4		4252		31/08/2006		B4
297	Via Dorsale 114		444 680 750	6		120		19/11/2001		B1
298	Via Dorsale 13		400 651 621	6		78		29/12/2004		B1
299	Via Dorsale 8	Illuminazione Pubblica	444 681 349	1		845		19/11/2001		B4
300	Via Dorsale 8	Illuminazione Pubblica	444 681 331	20	0,96	6027	1766	31/10/2006	30/11/2006	B4
301	Via Dorsale/c/o macma	Illuminazione Pubblica	402 563 311	21,1	0,999	5954	5	31/10/2006	30/11/2006	B4
302	Via Europa 2	Illuminazione Pubblica	444 641 185	1,4		89			06/10/2006	B4

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
303	Via F. Cavallotti	Illuminazione Pubblica	444 908 131							
304	Via F. Petrarca	Illuminazione Pubblica	444 607 432	6,9		442			06/10/2006	B4
305	Via F.lli Rosselli		443 649 387	6		6000		10/09/2006	10/11/2006	B4
306	Via F.lli Rosselli	Illuminazione Pubblica	443 669 159							
307	Via F.lli Rosselli	Illuminazione Pubblica	402 603 615	3		576		10/11/2006		B4
308	Via F.lli Rosselli 3		444 592 699	10		1508		19/06/2003		B1
309	Via F.lli Rosselli 46	Illuminazione Pubblica	402 125 527	0,6		277		14/11/2006		B4
310	Via Falasco	Illuminazione Pubblica	444 756 039	2		1635		08/08/2002		B4
311	Via Falce 12	Illuminazione Pubblica	444 640 235	1		191		11/10/2004		B4
312	Via Fantoni	Illuminazione Pubblica	444 837 110	1,5				06/03/2006		B4
313	Via Fantoni 4		403 470 066	10		924			06/10/2006	B1
314	Via Fantoni 4		402 558 652	6		398			06/10/2006	B1
315	Via Fantoni 8		403 470 660	6		438			06/10/2006	B1
316	Via Ferrari 20	Illuminazione Pubblica	444 754 729	1,5		2191		11/11/2004		B4
317	Via Ferraro 1	Illuminazione Pubblica	400 522 421	1,6		1149		19/11/2001		B4
318	Via Fescione	Illuminazione Pubblica	444 820 250							
319	Via Fescione 138	Illuminazione Pubblica	444 819 961	10,4		1110			10/10/2006	B4
320	Via Fescione 40	Illuminazione Pubblica	418 942 479	6		1736		23/09/2004		B4
321	Via Fiume 26		444 754 001	30	0,891	867	442	31/10/2006	30/11/2006	B2
322	Via Fiume 43		444 753 251	6		1305		11/09/2006		B1
323	Via Fivizzano 20	Illuminazione Pubblica	443 722 033	5,1		1427			26/10/2006	B4
324	Via Fivizzano 37	scuola /elementare ?	444 751 967	15		1163		27/12/2001		B1
325	Via Foce 113	Illuminazione Pubblica	419 093 653	4,5		864		20/08/2004		B4
326	Via Foce 76	Illuminazione Pubblica	444 637 773	0,5		115		06/11/2006		B4
327	Via Foce parco ortola	Illuminazione Pubblica	444 636 491	3		337		24/01/2003		B4
328	Via Fondone		444 568 011	1,5		2531		05/08/1999		B1
329	Via Fornace 3	Illuminazione Pubblica	444 910 208	1		533		23/05/2002		B4
330	Via Forte 6		444 899 379	100	0,899	4564	2219	31/10/2006	30/11/2006	B2
331	Via Fortini 67a	Illuminazione Pubblica	401 579 737	1,5		568		02/09/2003		B4
332	Via Fortini 71	scuola /elementare ?	444 816 082	3,5		395			10/10/2006	B1
333	Via Fosso Nuovo 21	Illuminazione Pubblica	403 065 081	1,5		156			10/10/2006	B4
334	Via Fossone/ Via venezia	Illuminazione Pubblica	444 749 521	2		1386		26/10/2004		B4
335	Via Frangola	Illuminazione Pubblica	403 524 344			260			10/10/2006	B4
336	Via Frangola 18	Illuminazione Pubblica	444 635 321	3		1194		22/01/2002		B4
337	Via G. Brugnoli	Illuminazione Pubblica	444 664 126	4,6					20/10/2006	B4
338	Via G. Pascoli 148	Illuminazione Pubblica	444 609 621	6,4		2233		31/12/2001		B4
339	Via G. Pascoli 27	Illuminazione Pubblica	444 608 757	10		1729			10/10/2006	B4
340	Via G.P. Vitali 8	Illuminazione Pubblica	444 792 234	4,9		525			10/10/2006	B4

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
341	Via Garosi 153	Illuminazione Pubblica	402 166 606	1,7		832		14/11/2006		B4
342	Via Garosi 73	Illuminazione Pubblica	402 563 605	7,2		4787		06/09/2005		B4
343	Via Ghirlanda 21		443 694 285	6		689			03/10/2006	B1
344	Via Gora 1	Illuminazione Pubblica	403 610 135	0,6		277		14/11/2006		B4
345	Via Gora 100	Illuminazione Pubblica	402 984 821	4		1905		14/11/2006		B4
346	Via Gora 9	Illuminazione Pubblica	403 610 097	0,5		221		14/11/2006		B4
347	Via Gorine 1		444 895 136	20	0,944	488	160	31/10/2006	31/11/2006	B2
348	Via Gorizia 45	Illuminazione Pubblica	444 743 972	10		5719		21/04/2004		B4
349	Via Gotara 22	Illuminazione Pubblica	444 680 555	0,9		789		10/07/2002		B4
350	Via Gramsci / Via Ascoli	Illuminazione Pubblica	444 743 808	9		3637		22/11/2006		B4
351	Via Gregge 7	Illuminazione Pubblica	418 295 643	1,5		137		06/09/2006		B4
352	Via Istriana 10b	Illuminazione Pubblica	404 000 951	12		6612		01/01/2005		B4
353	Via Istriana 1p	Illuminazione Pubblica	444 743 409	1,6		440			26/10/2006	B4
354	Via La Salle 2	scuola /elementare	444 628 545	30	0,949	749	248	23/11/2006	30/11/2006	B2
355	Via Licciana 10	Illuminazione Pubblica	443 654 143	0,7		201			26/10/2006	B4
356	Via Lodolina 34	Illuminazione Pubblica	401 579 575	1,5		616		19/08/2002		B4
357	Via Lodolina 35	Illuminazione Pubblica	403 065 277	5		1076			20/10/2006	B4
358	Via Lodolina 4b	Illuminazione Pubblica	402 563 567	1,5		1392			17/10/2006	B4
359	Via Lungo brugiano 30	Illuminazione Pubblica	444 734 892	1,7		1365		11/11/2004		B4
360	Via Lungo brugiano 5	Illuminazione Pubblica	444 734 167	2		3030		24/07/2001		B4
361	Via Lungo brugiano 50	Illuminazione Pubblica	444 734 469	5,2		3281		28/11/2006		B4
362	Via Lungofrigido 1A	Illuminazione Pubblica	443 672 184	50	0,938	5681	2119	16/10/2006	20/11/2006	B4
363	Via Lungofrigido 1P	Illuminazione Pubblica	443 708 731	3,9		1875		14/11/2006		B4
364	Via Lungofrigido 59P	Illuminazione Pubblica	407 011 945	15		5178		13/10/2005		B4
365	Via Madielle 16		400 069 913	10		572		26/10/2006		B1
366	Via Madonna del leone	Illuminazione Pubblica	401 475 176	2,7		737			26/10/2006	B4
367	Via Madonna Pergola 8	Illuminazione Pubblica	444 622 938	0,8		590		14/01/2002		B4
368	Via Malaspina 33 Rocca	Illuminazione Pubblica	443 690 751	2,5		550		15/11/2004		B4
369	Via Manetto 12	scuola /elementare ?	444 622 431	6		834			06/10/2006	B1
370	Via Marina Vecchia 118	Illuminazione Pubblica	403 343 315	0,9		148			16/10/2006	B4
371	Via Marina Vecchia 196	scuola /elementare ?	444 620 242	10		1026		24/01/2003		B1
372	Via Marina Vecchia 200		444 620 013	1		3088		10/03/2004		B4
373	Via Marina Vecchia 202		403 261 998	3		468		10/06/1999		
374	Via Marina Vecchia 244	Illuminazione Pubblica	418 337 923	1,5		0			10/10/2006	B4
375	Via Marina Vecchia 256	Illuminazione Pubblica	444 619 686	1,6		276			16/10/2006	B4
376	Via Marina Vecchia 297	Illuminazione Pubblica	402 600 560	6,5		4098		08/09/2006	07/11/2006	B4
377	Via Marina Vecchia 297	Illuminazione Pubblica	443 717 218	3		1126		10/01/2000		B4
378	Via Marradi 1	Illuminazione Pubblica	419 093 505	1,5		251		10/09/2006	10/11/2006	B4

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
379	Via Martini 114	Illuminazione Pubblica	444 891 203	8,7		4821		20/09/2006	21/11/2006	B4
380	Via Martini 61	Illuminazione Pubblica	444 890 894	1,5		414		04/12/2001		B4
381	Via Martiri di Cefalonia	Illuminazione Pubblica	402 603 631	3		2469		13/10/2004		B4
382	Via Mascagni 5	Illuminazione Pubblica	443 673 784	0,4		73			16/10/2006	B4
383	Via Mascagni P7	Illuminazione Pubblica	444 731 303	1,5		1192			10/10/2006	B4
384	Via Massa Avenza 121	Illuminazione Pubblica	402 563 389	8,3		3788		27/04/2005		B4
385	Via Massa Avenza	Illuminazione Pubblica	400 071 110	15		8023			17/10/2006	B4
386	Via Massa Avenza 33	Illuminazione Pubblica	403 066 061	0,1		22			20/10/2006	B4
387	Via Massa Avenza 133	Illuminazione Pubblica	402 249 234	0,3		74			20/10/2006	B4
388	Via Massa Avenza 273	Illuminazione Pubblica	402 563 494	8,3		4543		27/04/2005		B4
389	Via Massa Avenza 32		403 649 465	15		8118			17/10/2006	B1
390	Via Massa Avenza 63	Illuminazione Pubblica	444 685 298	1		861		19/04/2000		B4
391	Via Melaro	Illuminazione Pubblica	401 579 907	3		2078		25/11/2004		B4
392	Via Mercato 1B		406 019 420	3		69		17/09/2006	17/11/2006	B1
393	Via Mignani 1 Ronchi	centro disturbi	444 783 338	20	0,93	828	308		30/11/2006	B2
394	Via Mignani 13	Illuminazione Pubblica	402 811 552	0,8		138			16/10/2006	B4
395	Via Modena 6	Illuminazione Pubblica	444 729 554	2		734		10/11/2006		B4
396	Via Molinara		444 613 955	4,5		23		06/09/2006	06/11/2006	B1
397	Via Montalbano	Illuminazione Pubblica	400 060 045	1,5		254		06/11/2006		B4
398	Via Montepepe 249	Scuola turano	444 888 628	15		2272		26/09/2005		B1
399	Via Montecatini 7	Illuminazione Pubblica	444 804 025	3,3		552			16/10/2006	B4
400	Via Montessori 1	Illuminazione Pubblica	444 758 783	10		1426		27/12/2001		B1
401	Via Mulazzo 8	Illuminazione Pubblica	402 137 282	2,2		606			26/10/2006	B4
402	Via Mura dei frati	Illuminazione Pubblica	443 723 943	1,7		832		14/11/2006		B4
403	Via Mura Rinch Nord 1	Scuola	444 850 035	15		7164		07/03/2004		B1
404	Via Mura Sud	Illuminazione Pubblica	443 646 051	2,4		1862		29/11/2001		B4
405	Via Nara 1	Illuminazione Pubblica	418 942 517	1,5		988		06/09/2006	06/11/2006	B4
406	Via Negrelli 2	Illuminazione Pubblica	403 068 101	1,1		442		08/09/2006	07/11/2006	B4
407	Via Oliveti 1	Illuminazione Pubblica	444 674 652	6		3836		11/10/2004		B4
408	Via Oliveti 31b	Illuminazione Pubblica	444 674 547	0,9		512		21/11/2006		B4
409	Via Oliveti 47	abitazione	443 663 771	3		930		19/11/2001		D3
410	Via Oliveti 65	palazzetto	444 674 512	20	0,588	170	234	31/10/2006	30/11/2006	B2
411	Via Oliveti 71	Illuminazione Pubblica	444 674 555	6,5		1794		14/10/2004		B4
412	Via Oliveti 71		444 674 521	1,5		93		19/11/2002		B1
413	Via Oliveti 75	campo scuola	444 674 571	44	0,961	2846	821	31/10/2006	30/11/2006	B2
414	Via Oliveti 75	Stadio	888 323 473	207MT	0,609	5360	4320		31/10/2006	m1
415	Via Oliveti 8	Illuminazione Pubblica	444 674 598	6		2585		17/09/2006	17/11/2006	B4
416	Via Olmi 27	Illuminazione Pubblica	402 813 440	0,6		310		13/09/2006	14/11/2006	B4

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
417	Via Orecchia	Illuminazione Pubblica	444 887 184							
418	Via Orecchia 1	Illuminazione Pubblica	444 887 192	2,3		487			20/10/2006	B4
419	Via Ortola 34b	elementare	444 612 487	15		2425		21/01/2002		B1
420	Via Ortola 40	nido	444 612 479	15		896		24/01/2003		B1
421	Via Padova 13	Illuminazione Pubblica	444 721 758	4		2526		11/11/2004		B4
422	Via Palestro 43	cantiere	444 885 009	3				22/07/2006		B1
423	Via Palestro 43	Scuola	444 884 991	53	0,94	8344	2986	20/10/2006	30/11/2006	B2
424	Via Pandolfino 197	Illuminazione Pubblica	443 723 633	4,4		1802		08/09/2006	07/11/2006	B4
425	Via Pandolfino 23	Illuminazione Pubblica	443 723 641	0,9		374		08/09/2006	07/11/2006	B4
426	Via Papino	Illuminazione Pubblica	401 579 613	2		745		04/12/2001		B4
427	Via Partaccia 32	Illuminazione Pubblica	443 741 330	13		7704		11/11/2004		B4
428	Via Partaccia sc	Illuminazione Pubblica	402 101 741	1,4		384			26/10/2006	B4
429	Via Partaccia SN	Illuminazione Pubblica	400 071 195	3		1390		27/12/2001		B4
430	Via Pellegrini 8	Illuminazione Pubblica	443 717 226	1,5		1218		06/09/2004		B4
431	Via Pellico 23	scuola /elementare ?	444 848 634	25	0,94	1670	581	31/10/2006	30/11/2006	B2
432	Via Pernice	Illuminazione Pubblica	403 067 831	2,1		224			10/10/2006	B4
433	Via Petrarca		444 607 441							
434	Via Petrarca		444 607 432							
435	Via Petrarca 1		444 607 505	25	0,956	5966	1823	13/09/2006	20/11/2006	B2
436	Via Petroniano 1	scuola materna	444 606 924	10		1035		31/01/2002		B1
437	Via Piastronata 1		444 889 284	1,5		0			17/10/2006	B1
438	Via Pietrasanta 97b	Illuminazione Pubblica	419 093 874	3		1092		22/11/2006		B4
439	Via Pietri 4	Illuminazione Pubblica	444 798 777	1,5		825		30/11/2001		B4
440	Via Pisa 71	scuola /elementare ?	444 795 654	10		3208		06/02/2006	06/04/2006	B1
441	Via Pisa 14	Don Milani	444 797 878	60	0,972	8630	2080	16/10/2006	20/11/2006	B2
442	Via Pisa 14	Illuminazione Pubblica	403 068 071	1					10/10/2006	B4
443	Via Pisa 22 a	Illuminazione Pubblica	444 797 801	1,1		188			16/10/2006	B4
444	Via Pisa 22 b	Illuminazione Pubblica	402 127 376	1,2		202			16/10/2006	B4
445	Via Pisa 31	Illuminazione Pubblica	402 127 431	0,7		118			16/10/2006	B4
446	Via Pisa 37	Illuminazione Pubblica	444 794 941	3,6		1880		15/11/2004		B4
447	Via Pisa 71	Illuminazione Pubblica	444 795 662	1,8		316			10/10/2006	B4
448	Via Pisa 29A	ufficio del mare	402 114 932	6		1070		10/10/2006		B1
449	Via Pisacane	Illuminazione Pubblica	402 882 573	1,7		693		07/09/2006	07/11/2006	B4
450	Via Pisacane 2B		444 848 171	10		32749		18/10/2006		B1
451	Via Poggio Piastrone Forno	Illuminazione Pubblica	403 419 648	1		263		22/03/2002		B4
452	Via Poggioletto 2	Illuminazione Pubblica	444 606 592	3,5		1695		14/11/2006		B4
453	Via Poggioletto 45	Illuminazione Pubblica	402 600 730	0,6		277		14/11/2006		B4
454	Via Poggioletto 55	Illuminazione Pubblica	402 922 818	0,3		138		14/11/2006		B4

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
455	Via Poggioletto 57	Illuminazione Pubblica	402 922 877	1,1		517		14/11/2006		B4
456	Via Polla 8		443 730 702	31,3	0,688	1719	1811	16/10/2006	23/11/2006	B2
457	Via Polla SNC Forno	filanda	888 844 155	750MT	1	1266			31/10/2006	m2
458	Via Pontinia 16	Illuminazione Pubblica	403 772 607	0,9		432		14/11/2006		B4
459	Via Pontremoli 2B	Illuminazione Pubblica	418 942 533	3		1052		22/09/2006	22/11/2006	B4
460	Via Pontremoli 33	Illuminazione Pubblica	443 708 715	0,1		65		28/11/2006		B4
461	Via Pontremoli 52	Illuminazione Pubblica	402 786 655	4,8		2994		28/11/2006		B4
462	Via Porta Fabbrica 1	Sede Comune Centrale	444 607 441	150	0,968	29929	7790	12/10/2006	20/11/2006	B2
463	Via Porta Fabbrica 3	Sede Comune Attività	444 604 239	22	0,996	2916	432	31/10/2006	30/11/2006	B2
464	Via Porta Quaranta 5	Illuminazione Pubblica	400 522 499	4,9		3943		15/11/2004		B4
465	Via Posta 8	Illuminazione Pubblica	444 575 981	10		1112		03/09/2006	03/11/2006	B1
466	Via Poveromo 44	Illuminazione Pubblica	402 233 273	5,7		605			10/10/2006	B4
467	Via Poveromo 69	Illuminazione Pubblica	444 794 038	2,2		3497		25/07/2005		B4
468	Via Poveromo 6	Illuminazione Pubblica	444 793 325	1		716			31/03/2006	B4
469	Via Pradaccio 109 P		444 846 836	3		933			06/10/2006	B1
470	Via Prado Parcheggio	Illuminazione Pubblica	402 562 994	3,8		919		28/10/2004		B4
471	Via Puliche 174	Illuminazione Pubblica	403 925 055	1		65			10/10/2006	B4
472	Via Puliche 2	Illuminazione Pubblica	443 654 127	1,3		227			16/10/2006	B4
473	Via Puliche 236	scuola /elementare	444 712 333	10		1204		31/08/2002		B1
474	Via Puliche 236	Illuminazione Pubblica	443 654 003	3		514			16/10/2006	B4
475	Via Quercioli 182		444 845 244	10		640			06/10/2006	B1
476	Via Quercioli 235	Illuminazione Pubblica	403 411 281	2,7		287			10/10/2006	B4
477	Via Quercioli61	Illuminazione Pubblica	444 842 946	10,3		1100			10/10/2006	B4
478	Via Ratti 13	Illuminazione Pubblica	402 259 302	1,6		170			10/10/2006	B4
479	Via Remola SC	Illuminazione Pubblica	401 579 516	1		1304		11/10/2004		B4
480	Via Renaccio 1	Illuminazione Pubblica	418 942 525	1,5		467		17/09/2006	17/11/2006	B4
481	Via Renaccio 25	Illuminazione Pubblica	402 601 311	3,5		1955		20/09/2006	21/11/2006	B4
482	Via Ricortola 111	Illuminazione Pubblica	402 249 773	3,8		2492		26/09/2006		B4
483	Via Ricortola 168	Illuminazione Pubblica	444 707 968	5,1		3209		28/11/2006		B4
484	Via Ricortola 17	Illuminazione Pubblica	444 706 384	10		1472		22/09/2006	22/11/2006	B1
485	Via Ricortola 35	Illuminazione Pubblica	402 250 348	2,4		1510		28/11/2006		B4
486	Via Rinchiostra 111	Illuminazione Pubblica	403 066 826	0,4		2410		28/11/2006		B4
487	Via Rinchiostra 63	Illuminazione Pubblica	403 064 017	1,2		493		08/09/2006	07/11/2006	B4
488	Via Rinchiostra SNC	Illuminazione Pubblica	400 759 286	1,5		993		18/07/2003		B4
489	Via Rocca ang. Via Forte	Illuminazione Pubblica	402 562 684	5		1871		02/05/2003		B4
490	Via Roma /Via arezzo 305	Illuminazione Pubblica	443 668 349	20	0,919	4253			31/10/2006	B4
491	Via Romagnano	Illuminazione Pubblica	401 579 885	1,7		1101		11/10/2004		B4
492	Via Romagnano 209	Illuminazione Pubblica	444 596 805	6,2		2501		07/11/2006		B4

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
493	Via Romana	scuola /elementare ?	444 832 509	6		1072			06/10/2006	B1
494	Via Romana 245		406 780 686	6		81			06/10/2006	B1
495	Via Romana 28		444 834 030	10		1183			06/10/2006	B1
496	Via Romana 41	Illuminazione Pubblica	444 831 880	1		701		04/11/2004		B4
497	Via Romana 48	Illuminazione Pubblica	403 533 556	1		1156		01/08/2001		B4
498	Via Ronchi	Illuminazione Pubblica	443 670 947							
499	Via Ronchi 107	Illuminazione Pubblica	444 787 490	5,3		906			16/10/2006	B4
500	Via Ronchi 111	scuola /elementare	444 787 503	15		2639			10/10/2006	B1
501	Via Ronchi 149a	Illuminazione Pubblica	444 787 627	4,5		3975		27/12/2001		B4
502	Via Ronchi 2		444 789 026	15		9876		29/10/2005		B1
503	Via Ronchi 51	Illuminazione Pubblica	444 787 058	2,3		394			16/10/2006	B4
504	Via Ronchi/Via Como		407 781 571	15		11			10/10/2006	B1
505	Via Rosselli 2		443 649 387	6		6708		10/09/2006		B1
506	Via Rosselli 2	Illuminazione Pubblica	443 669 159	26	0,973	8239	1966	31/10/2006	30/11/2006	B4
507	Via Rossini		417 966 081	15		599			10/11/2006	B1
508	Via Rossini 30		443 718 699	15		429		10/10/2005		B1
509	Via Rossini 73	Illuminazione Pubblica	402 600 276	0,4		208		12/09/2006	14/11/2006	B4
510	Via Rotino 8	Illuminazione Pubblica	417 422 935	1,5		715		06/10/2006		B4
511	Via S, Francesco 3	Illuminazione Pubblica	407 111 796	1,5		9582		28/08/2002		B4
512	Via S. Carlo Po 21	Illuminazione Pubblica	406 618 714	6		3669			06/09/2006	B4
513	Via S. Colombano		443 730 125	20	0,74	1449	1318	31/10/2006	30/11/2006	B2
514	Via S. Cristoforo 20	Illuminazione Pubblica	403 891 258	2		1121		20/12/2001		B4
515	Via S. Domenico 2	Illuminazione Pubblica	403 805 432	0,1		57		20/09/2006	21/11/2006	B4
516	Via S. Francesco P3/A	Illuminazione Pubblica	444 898 925	17,2		9582		20/09/2006	21/11/2006	B4
517	Via S. Ginese 11	Illuminazione Pubblica	444 815 264	1		128		20/12/2001		B4
518	Via S. Giuseppe Vecchio 43/A	Illuminazione Pubblica	444 858 877	1		852		11/11/2004		B4
519	Via S. Luigi 4	Illuminazione Pubblica	443 653 686	0,3		112		07/11/2006		B4
520	Via S. Musico 8	Scuola ex Alfieri	400 892 580	20	0,982	4584	889	31/10/2006	30/11/2006	B2
521	Via s. Remigio sopra	Illuminazione Pubblica	444 877 511	1,4					20/10/2006	B4
522	Via s. Remigio sopra	Illuminazione Pubblica	444 877 529	3,5		4324		13/12/2001		B4
523	Via S. Vitale 51	Illuminazione Pubblica	444 580 291	12,6		5114		07/11/2006		B4
524	Via S.Sebastiano 1		444 586 427	10		802		26/10/2005		B1
525	Via Sale Ronchi	Illuminazione Pubblica	418 876 620	3		1181		10/11/2006		B4
526	Via Salicera 18	Illuminazione Pubblica	444 831 031	5,2		2109		07/11/2006		B4
527	Via San Domenichino 54	Illuminazione Pubblica	444 822 589	8		857			10/10/2006	B4
528	Via San Leonardo 235	Illuminazione Pubblica	443 654 011	3,8		1523		07/11/2006		B4
529	Via San Leonardo 33	Illuminazione Pubblica	444 737 590	1		235		31/08/2006		B4
530	Via San Lorenzo 33		444 572 086	1					03/10/2006	B1

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
531	Via San Lorenzo 39B	Illuminazione Pubblica	417 422 871	1,5		345			06/10/2006	B4
532	Via Saraceni 5	Illuminazione Pubblica	403 068 144	0,1		50		14/11/2006		B4
533	Via Sciesa 6	Illuminazione Pubblica	444 862 025	15				06/03/2006		B4
534	Via Scuole 9	scuola /elementare ?	444 931 621	10		882			22/10/2006	B1
535	Via scutari 1	Illuminazione Pubblica	403 288 811	1,1		117			10/10/2006	B4
536	Via Scutari 2	Illuminazione Pubblica	444 587 083	3		3722		30/09/2005		B4
537	Via Sei Ponti 74	Illuminazione Pubblica	443 669 850	0,6		262		07/11/2006	07/09/2006	B4
538	Via Serchio 59	Illuminazione Pubblica	401 579 699	1,5		657		12/01/2006		B4
539	Via Siena 1	Illuminazione Pubblica	402 811 536	0,4		211		12/09/2006	14/11/2006	B4
540	Via Sopramonte P1	Illuminazione Pubblica	444 873 361	6,2		3423		20/09/2006	21/11/2006	B4
541	Via Sottomonte p37/A	Illuminazione Pubblica	403 068 136	0,8		461		20/09/2006	21/11/2006	B4
542	Via Sottomonte p37/A	Illuminazione Pubblica	444 872 675	3		2392		14/12/2005		B4
543	Via Sottoricortola 30	Illuminazione Pubblica	419 093 475	1,5		384			17/10/2006	B4
544	Via SS. Annunziata Antona	Illuminazione Pubblica	444 936 541	8		2656			26/10/2006	B4
545	Via Stradella 174	Illuminazione Pubblica	444 782 561	6		2435		08/09/2006	07/11/2006	B4
546	Via Stradella 365	Illuminazione Pubblica	402 600 772	2,5		1022		08/09/2006	07/11/2006	B4
547	Via Stradella 52	Illuminazione Pubblica	444 783 150	15		6197		08/09/2006	07/11/2006	B4
548	Via Stradella 57		444 776 897	6		7		06/09/2006	06/11/2006	B1
549	Via Stradella 57	Illuminazione Pubblica	403 047 741	1,9		768		08/09/2006	07/11/2006	B4
550	Via Sturzo 87		403 399 272	10		215		26/10/2004		B1
551	Via Taffaria 2 ter	Illuminazione Pubblica	402 277 289	2,8		1249		08/09/2006	07/11/2006	B4
552	Via Teani 12	Illuminazione Pubblica	417 423 028	1,5		928			06/10/2006	B4
553	Via Tecchie 22	Illuminazione Pubblica	444 584 050	8,7		931			10/10/2006	B4
554	Via Tinelli 21	Illuminazione Pubblica	444 673 567	5,9		2819		14/11/2006		B4
555	Via Tinelli 21	Illuminazione Pubblica	403 772 682	0,3		209		14/11/2006		B4
556	Via Tinelli 29	Illuminazione Pubblica	403 750 301	0,6		286		14/11/2006		B4
557	Via Tinelli SC	Illuminazione Pubblica	401 579 753	3		1816		10/07/2002		B4
558	Via Tornabuoni 2	Illuminazione Pubblica	417 422 901	1,5		0			22/10/2006	B4
559	Via Tornabuoni 8	Illuminazione Pubblica	443 708 685	5,1		1430			26/10/2006	B4
560	Via Torta	Illuminazione Pubblica	400 759 235							
561	Via Tortore 7	Illuminazione Pubblica	444 682 981	10		903		03/11/2004		B1
562	Via Trento/mulazzo	Illuminazione Pubblica	443 691 677	2,5		1598		08/08/2002		B4
563	Via Treviso 11	Illuminazione Pubblica	444 696 621	1,5		782			06/10/2006	B4
564	Via Turati 13	scuola	444 581 018	15		2756		20/12/2001		B1
565	Via Turati 13	Illuminazione Pubblica	444 581 034	7,8		497			06/10/2006	B4
566	Via Turati 17	Illuminazione Pubblica	443 745 246	3		1111		15/11/2004		B4
567	Via Turati 8		444 581 026	10		108		24/05/2002		
568	Via Unni 21	Illuminazione Pubblica	444 751 347	3		3875		16/07/2003		B4

N°	Luogo d'installazione	Servizio	N° utente ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	precedente lettura	Ultima lettura	Tariffa Base
569	Via Uva 3	Illuminazione Pubblica	402 730 102	0,5		84		07/11/2006		B4
570	Via Vacca 23/A	Illuminazione Pubblica	403 266 914	2		1287		11/10/2004		B4
571	Via Valgimigli 3	Illuminazione Pubblica	403 067 962	1,2		131			10/10/2006	B4
572	Via Valgimigli 17		443 700 790	6		174		06/10/2006		B1
573	Via Valgimigli 17		443 700 781	6		55			06/10/2006	B1
574	Via Venezia 58	Illuminazione Pubblica	443 653 970	3,7		1762		14/11/2006		B4
575	Via Venezia/Via Fossone	Illuminazione Pubblica	443 654 020	1,4		650		14/11/2006		B4
576	Via Venturini	Illuminazione Pubblica	443 646 043	1,5		1688		17/09/2006	17/11/2006	B4
577	Via Venturini 6	Scuola Bertagnini	444 866 128	53	0,98	7250	1530	20/10/2006	30/11/2006	B2
578	Via Verdi 23	Illuminazione Pubblica	402 814 403	0,6		277		13/09/2006	14/11/2006	B4
579	Via Verdi 36	Illuminazione Pubblica	444 776 064	4		1943		13/09/2006	14/11/2006	B4
580	Via Verdi 38	Illuminazione Pubblica	444 776 013	5		4200		10/09/2006	10/11/2006	B4
581	Via Vicenza 10	Illuminazione Pubblica	443 653 961	0,1		38			26/10/2006	B4
582	Via Vicenza 2	Illuminazione Pubblica	444 690 682	0,8		11			22/10/2006	B4
583	Via Vignareggio 26	Illuminazione Pubblica	403 064 220	1,4		588		07/11/2006		B4
584	Via Vitali 1	scuola /elementare ?	444 578 840	20	0,978	2654	554	12/10/2006	14/11/2006	B2
585	Via Vitali SN		444 579 234							
586	Via Vitali 21	Illuminazione Pubblica	406 560 325	6		890			06/10/2006	B4
587	Via Vitt. Veneto 13	Illuminazione Pubblica	444 694 165	0,2		110		14/11/2006		B4
588	Via Vitt. Veneto 24	Illuminazione Pubblica	443 679 146	1,5		371		10/09/2006	10/11/2006	B4
589	Via Volpara 7	Illuminazione Pubblica	444 865 954	2,5		1414		26/04/2002		B4
590	Via Volpina 16	Illuminazione Pubblica	407 883 535	3		2018		03/02/2006		B4
591	Via Volpina 60	Illuminazione Pubblica	418 745 916	3		1058			06/10/2006	B4
592	Via Volpina 62	Illuminazione Pubblica	407 481 445	3		1136		24/10/2001		B4
593	Via X aprile 3	Illuminazione Pubblica	444 581 085	4		3061		30/09/2005		B4
594	Via X Aprile, 3	Illuminazione Pubblica	444 641 371	1,2		1627		22/01/2002		B4
595	Via X Aprile, 4		443 637 575	6		105			03/11/2003	B1
596	Via XIII Giugno 2	Illuminazione Pubblica	417 446 281	1,5		1404		25/05/2006		B4
597	Via Zara 24	Illuminazione Pubblica	403 829 226	3,7		2309		28/11/2006		B4
598	Via Zini 30	Illuminazione Pubblica	444 689 285	15		2690		27/04/2005		B1
599	Via Zolessi 9	Illuminazione Pubblica	444 688 173	7		2218		11/11/2004		B4
600	Villaggio Apuano 33	Illuminazione Pubblica	443 670 131	1		195		30/11/2001		B4
601	Villaggio Castagnara 44	Illuminazione Pubblica	444 659 769	7		1334			10/10/2006	B4
602	Villaggio San Leonardo 10	Illuminazione Pubblica	444 737 387	4		1285		04/11/2004		B4
603	Villaggio San Leonardo 8	Illuminazione Pubblica	444 737 271	5,3		565			10/10/2006	B4
604	Villaggio Unrra	Illuminazione Pubblica	443 660 364	0,1		21			20/10/2006	B4

Fonte: Comune di Massa, Ufficio Energia

8.4 ALLEGATO I – 4. IMPIANTI CHE NECESSITANO DI RIFASAMENTO AL GENNAIO 2007

N°	LUOGO D'INSTALLAZIONE	SERVIZIO	NUMERO UTENTE ENEL	kW	cosφ	kWh	kVARh	ULTIMA LETTURA	TARIFFA BASE
52	P.zza Mercurio 22	Bibblio/Bourdillon	444 889 110	30	0,827	8788	5974	30/11/2006	B2
54	P.zza Pellerano	Illuminazione Pubblica	444 730 943	55	0,677	2286	2488	30/11/2006	B4
88	V.le Roma / V. Poggioletto	Illuminazione Pubblica	443 667 270	17,5	0,848	8654	5409	30/11/2006	B4
132	Via Aurelia Sud 114	mercato coperto	888 075 372	150MT	0,68	25919	18817	30/11/2006	m1
210	Via Casola 2A	Illuminazione Pubblica	443 677 411	18.05	0,796	3754	2901	30/11/2006	B4
214	Via Casone 2	Scuola ELEMENTARE	444 759 879	120	0,877	11361	6219	30/11/2006	B2
230	Via Cimitero 10	CIMITERO	444 646 934	25	0,711	1373	1278	30/11/2006	B2
231	Via Cimitero 2A	CIMITERO	444 646 977	25	0,898	1071	539	30/11/2006	B2
233	Via Cimitero 2A	CIMITERO	407 096 444	30	0,791	2126	1607	30/11/2006	B2
243	Via Cucchiara 46 Bozzone	Scuola ELEMENTARE	407 336 615	50	0,715	43	42	30/11/2006	B2
274	Via Della Repubblica 198	idrovora del magliano	888 075 381	100MT	0,3	1116	2244	30/11/2006	m1
321	Via Fiume 26	Scuola ELEMENTARE	444 754 001	30	0,891	867	442	30/11/2006	B2
410	Via Oliveti 65	palazzetto/campo scuola	444 674 512	20	0,588	170	234	30/11/2006	B2
414	Via Oliveti 75	Stadio	888 323 473	207MT	0,609	5360	4320	31/10/2006	m1
456	Via Polla 8		443 730 702	31,3	0,688	1719	1811	23/11/2006	B2
513	Via S. Colombano	Scuola ELEMENTARE	443 730 125	20	0,74	1449	1318	31/10/2006	B2

Fonte: Comune di Massa, Ufficio Energia

LINEA 2
FONTI RINNOVABILI

LINEA 2 – FONTI RINNOVABILI

9 ANALISI DEL CONTESTO NORMATIVO E TECNICO

9.1 NORMATIVA GENERALE

9.1.1 L.R. 39 DEL 24/02/2005 "DISPOSIZIONI IN MATERIA DI ENERGIA"

Prima di analizzare la normativa specifica applicabile alle singole fonti alternative, preme riportare i contenuti della L.R. 39 del 24/02/2005, "Disposizioni in materia di energia", che recepisce le nuove competenze regionali nel settore previste dalla modifica del Titolo V, in concomitanza con l'entrata in vigore del Protocollo di Kyoto.

Analizzando le fonti energetiche rinnovabili, in questo paragrafo verranno analizzati gli importanti elementi di semplificazione, introdotti dalla L.R. 39/2005 in Toscana, finalizzati, in specie, ad agevolare la diffusione delle fonti rinnovabili sul territorio.

In sintesi.

Non è più necessaria neppure la denuncia di inizio attività per gli impianti di piccola taglia:

- pannelli solari termici di dimensione uguale o minore a 20 m^2;
- pannelli fotovoltaici di potenza uguale o inferiore a 3 kW;
- impianti mini-eolici di potenza uguale o inferiore a 5 kW;
- impianti di micorgenerazione a gas naturale fino a 3 MW termici;
- impianti a biomasse fino a 0,5 MW.

Basterà invece la semplice denuncia di inizio attività per:

- pannelli solari termici di dimensioni comprese tra i 20 a 100 m^2;
- pannelli fotovoltaici di potenza compresa tra i 3 e i 10 kW;
- impianti eolici di potenza compresa tra i 5 e i 50 kW.

Si riportano di seguito gli estratti degli articoli della L.R. 39/2005 che contengono tali disposizioni.

Art. 16. Denuncia di inizio dell'attività

[…]

3. Fermo restando quanto stabilito dal comma 6, sono soggette a DIA:

[…]

b) l'installazione, alle condizioni fissate dal PIER e dai provvedimenti attuativi dello stesso, di pannelli solari termici da 20 metri quadrati fino a complessivi 100 metri quadrati, nel rispetto dei criteri e delle modalità stabiliti dagli accordi di cui all'articolo 22, comma 1;

c) l'installazione, alle condizioni fissate dal PIER e dai provvedimenti attuativi dello stesso, di pannelli solari fotovoltaici di potenza nominale da 3 chilowatt fino a complessivi 10 chilowatt, nel rispetto dei criteri e delle modalità stabiliti dagli accordi di cui all'articolo 22, comma 1;

d) l'installazione, alle condizioni fissate dal PIER e dai provvedimenti attuativi dello stesso, di impianti eolici di potenza nominale da 5 chilowatt fino a complessivi 50 chilowatt, nel rispetto dei criteri e delle modalità stabiliti dagli accordi di cui all'articolo 22, comma 1;

[…]

Art. 17. Attività libera

1. Salvo quanto disposto all'articolo 13 e comunque ferme restando le autorizzazioni paesaggistiche eventualmente richieste ai sensi del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137) non necessitano di titolo abilitativo ai sensi della presente legge e della L.R. 1/2005, laddove realizzati secondo le condizioni fissate dal PIER e dai provvedimenti attuativi dello stesso, i seguenti interventi:

a) installazione di pannelli solari termici di sviluppo uguale o inferiore a 20 metri quadrati, nel rispetto dei criteri e delle modalità stabiliti dagli accordi di cui all'articolo 22, comma 1;
b) installazione di pannelli solari termici per applicazioni nel settore florovivaistico, nel rispetto dei criteri e delle modalità stabiliti dagli accordi di cui all'articolo 22, comma 1;
c) installazione di pannelli solari fotovoltaici di potenza nominale uguale o inferiore a 3 chilowatt, nel rispetto dei criteri e delle modalità stabiliti dagli accordi di cui all'articolo 22, comma 1;
d) installazione di impianti eolici di potenza uguale o inferiore a 5 chilowatt, nel rispetto dei criteri e delle modalità stabiliti dagli accordi di cui all'articolo 22, comma 1;
e) installazione di impianti di microcogenerazione a gas naturale fino a 3 megawatt termici, nel rispetto dei criteri e delle modalità stabiliti dagli accordi di cui all'articolo 22, comma 1;
f) installazione di impianti di produzione energetica alimentati a biomassa fino a 0,5 megawatt termici.

[…]

Con l'art. 30 della nuova legge la Toscana anticipa inoltre la liberalizzazione del mercato elettrico. Dal primo gennaio 2006 qualsiasi utente toscano potrà infatti comprare energia elettrica da fornitori diversi dall'ENEL.

Il testo, infine, si conclude con le disposizioni per la tutela dall'inquinamento luminoso, che integrano in un testo unico le norme della attuale legge regionale in materia.

9.1.2 ENERGIA EOLICA

I riferimenti legislativi presenti sull'energia eolica vanno inquadrati nelle Normative Generali:

- Protocollo di Kyoto
- L. n. 10 del 9 Gennaio 1991
- Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia
- Il libro Bianco della Commissione europea
- ENERGIA PER IL FUTURO: LE FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI. Libro bianco per una strategia e un piano di azione della Comunità
- Il libro Bianco ITALIANO
- Valorizzazione energetica delle Fonti rinnovabili - Roma, Aprile 1999
- Il libro Verde EUROPEO
- Verso una strategia europea di sicurezza dell'approvvigionamento energetico
- D. Lgs. 16 Marzo 1999 n.79 (Liberalizzazione del Mercato dell'energia elettrica)
- Attuazione della Direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica
- Decreto 11 Novembre 1999 del Ministro dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato
- Direttive per l'attuazione del D. Lgs. 16 Marzo 1999
- Direttiva 2001/77/CE del 27 Settembre 2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio
- Direttive per l'attuazione del D. Lgs. 16 Marzo 1999
- Direttiva 2001/77/CE del 27 Settembre 2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio
- Sulla promozione dell'energia prodotta da fonti rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità
- Decreto 30 Aprile 2001 n.96/01 dell'Autorità per l'Energia elettrica e il Gas
- Disposizioni generali in materia di mercato dell'energia elettrica di cui all'art. 5 del D.Lgs 16 Marzo 1999
- Decreto 9 Maggio 2001del Ministro dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato
- Approvazione della disciplina del mercato elettrico di cui all'art. 5 del D.Lgs 16 Marzo 1999

Finanziamenti e contributi dalla Regione Toscana:

- L. R. 27 Giugno 1997 n.45 - Norme in materia di risorse energetiche

9.1.3 IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

- norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici;
- conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e il gruppo di conversione;
- UNI 10349 per il dimensionamento del generatore fotovoltaico;
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

Si richiamano in particolare:

- le Norme EN 60439-1 e IEC 439 per i quadri elettrici;
- le Norme CEI 110-31 e CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal gruppo di conversione;
- le Norme CEI 110-1 e CEI 110-6 e CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni si ricorda:

- il DPR 547/55 e il D.Lgs 626/94 e successive modificazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- la Legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni, per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- norma CEI 11.-20 per il collegamento alla rete pubblica;
- norme CEI EN 61724 per la misura ed acquisizione dati;
- legge 133/99, articolo 10, comma 7, per gli aspetti fiscali.

Qualora si voglia adottare il regime di scambio dell'energia elettrica, si applica la Deliberazione n° 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas del 6 dicembre 2000, che disciplina le condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20kW.

I riferimenti di cui sopra possono essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, purché vigenti al momento della realizzazione degli impianti, anche se non espressamente richiamate, si devono considerare applicabili.

9.1.4 IMPIANTI A BIOMASSE

- Delibera CIPE n. 137/98, che prevede anche la predisposizione, da parte del Ministero dell'Agricoltura, di un Piano Nazionale di Valorizzazione delle Biomasse Agro – Forestali (PNVBAF), che riprende e finalizza il precedente Programma Nazionale dell'Energia Rinnovabile da Biomasse (PNERB);
- Programma Nazionale Biocombustibili (PROBIO), per promuovere iniziative di tipo pilota e l'analisi e diffusione dei risultati;
- D.Lgs. 173/98 e Decreto attuativo n. 401/99, che istituisce fondi di aiuto per l'utilizzo a fini energetici di produzioni agricole
- D.Lgs n. 387 del 29 Dicembre 2003. L'art. 5 in particolare, fornisce disposizioni specifiche per la valorizzazione energetica delle biomasse, dei gas residuati dai processi di depurazione e del biogas.

  Nello specifico prevede che, con decreto del Ministro delle politiche agricole e forestali, venga nominata una commissione di esperti che, entro un anno dall'insediamento, predispone una relazione con la quale sono indicati:

  – i distretti produttivi nei quali sono prodotti rifiuti e residui di lavorazione del legno non destinati rispettivamente ad attivita' di riciclo o riutilizzo, unitamente alle condizioni tecniche, economiche, normative ed organizzative, nonche' alle modalita' per la valorizzazione energetica di detti rifiuti e residui;

  – le condizioni tecniche, economiche, normative ed organizzative per la valorizzazione energetica degli scarti della manutenzione boschiva, delle aree verdi, delle alberature stradali e delle industrie agroalimentari;

  – le aree agricole, anche a rischio di dissesto idrogeologico e le aree golenali sulle quali e' possibile intervenire mediante messa a dimora di colture da destinare a scopi energetici nonché le modalità e le condizioni tecniche, economiche, normative ed organizzative per l'attuazione degli interventi;

  – le aree agricole nelle quali sono prodotti residui agricoli non destinati all'attivita' di riutilizzo, unitamente alle condizioni tecniche, economiche, normative ed organizzative, nonché alle modalità, per la valorizzazione energetica di detti residui;

- gli incrementi netti di produzione annua di biomassa utilizzabili a scopi energetici, ottenibili dalle aree da destinare, ai sensi della legge 1° giugno 2002, n. 120, all'aumento degli assorbimenti di gas a effetto serra mediante attivita' forestali;
- i criteri e le modalita' per la valorizzazione energetica dei gas residuati dai processi di depurazione e del biogas, in particolare da attivita' zootecniche;
- le condizioni per la promozione prioritaria degli impianti cogenerativi di potenza elettrica inferiore a 5 MW;
- le innovazioni tecnologiche eventualmente necessarie per l'attuazione delle proposte di cui alle precedenti lettere.

- Legge 30/12/2004 n. 311 (finanziaria 2005), comma 51; a decorrere dalla data di entrata in vigore e fino al 31 dicembre 2005, applica le disposizioni in materia di agevolazione per le reti di teleriscaldamento alimentate con biomassa ovvero con energia geotermica, di cui all'articolo 6 del decreto-legge 1° ottobre 2001, n. 356, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 novembre 2001, n. 418. Tali disposizioni prevedono per gli utenti del teleriscaldamento a biomasse uno sconto (che viene riconosciuto alla società di gestione come credito di imposta) di 0,26 €/kWh. Inoltre viene concesso un contributo per i nuovi allacciamenti di 20,66 € per ogni kW di potenza di picco.
- Decreto del 19/04/2002 n.124, in attuazione dell'art.9 comma 6 della legge 448/2001. Si prevedono agevolazioni fiscali (detrazione IRPEF del 36%) per gli interventi di manutenzione boschiva.

9.2 STRUMENTI DI INCENTIVO

9.2.1 CONTO ENERGIA

Il Conto energia è attivo anche in Italia grazie all'approvazione del D.Lgs. 387/2003 che ha recepito la Direttiva 2001/77/CE. Successivamente, l'approvazione del Decreto attuativo n. 181 del 5 agosto 2005 (che fissa i tempi e i termini di attuazione) e la Delibera 188 del 14 settembre 2005 (che invece stabilisce i modi di erogazione degli incentivi), ne hanno segnato definitivamente l'entrata in vigore.

Quindi, dal 19 settembre 2005 è possibile presentare la domanda al GRTN (Gestore del sistema elettrico[3]) per accedere al Conto energia.

A differenza del passato, in cui l'incentivazione all'utilizzo delle fonti rinnovabili si basava su assegnazioni di somme a fondo perduto (finanziamento in conto capitale), grazie alle quali il privato poteva limitare il capitale investito, il meccanismo del conto energia è assimilabile ad un finanziamento in conto esercizio, in quanto non prevede alcuna facilitazione particolare da parte dello Stato per la messa in servizio dell'impianto.

Il Conto energia consiste nell'incentivazione della produzione elettrica, e non dell'investimento necessario per ottenerla. Il privato proprietario dell'impianto fotovoltaico percepisce somme in modo continuativo, con cadenza tipicamente mensile, per i primi 20 anni di vita dell'impianto. Condizione indispensabile all'ottenimento delle tariffe incentivanti è che l'impianto sia connesso alla rete. La dimensione nominale dell'impianto fotovoltaico deve essere compresa tra 1 kWp e 1 MWp. Non sono incentivati dal Conto energia quegli impianti fotovoltaici destinati ad utenze isolate e non raggiunte dalla rete elettrica.

Il limite annuo incentivabile, sulla base del D.M. febbraio 2006, è stato fissato in 85 MWp (60 MWp per impianti inferiori a 50 kWp e 25 MWp di impianti superiori). Raggiunti questi tetti la categoria viene dichiarata negativa dal GSE, che procederà a rigettare le eventuali ulteriori domande pervenute, obbligando gli intestatari al reinvio delle stesse nell'anno successivo

Iter burocratico

Al GSE devono essere inviate le richieste di accesso alle tariffe incentivanti, complete di tutti gli allegati del caso (tra cui un progetto preliminare), nei mesi di marzo, giugno, settembre e dicembre di ogni anno. Il GSE analizza entro il primo mese del trimestre successivo le richieste e assegna, in ordine cronologico, le tariffe incentivanti.

[3] Nel frattempo GRTN è diventato GSE (Gestore servizi elettrici) a seguito del passaggio a Terna Spa del ramo d'azienda dedicato alla gestione della rete elettrica.

Nel caso di impianti di dimensioni maggiori di 50 kWp l'ordine cronologico viene sostituito dall'ordine dettato dal ribasso d'asta proposto dal beneficiario degli incentivi (ovvero dal futuro proprietario dell'impianto), previa apertura pubblica delle buste sigillate contenenti i ribassi d'asta proposti.

Entro 60 giorni dal termine del trimestre, il GSE analizza tutte le domande pervenute e comunica gli esiti agli interessati mediante raccomandata entro i successivi 30 giorni. In genere al termine dei primi 60 giorni viene pubblicata una graduatoria anonima sul sito del GSE (nominale impianto e Comune di localizzazione) che anticipa agli interessati l'esito della domanda.

Dal ricevimento della comunicazione di ammissione, il beneficiario ha tempo 6 mesi per dare inizio ai lavori, e 12 mesi di tempo per concluderli (tempi raddoppiati nel caso di impianti maggiori di 50 kWp).

Il gestore di rete ha 30 giorni di tempo dal ricevimento del progetto preliminare per comunicare il punto di consegna, ovvero in che punto la rete verrà predisposta a prendere in carico quanto prodotto dall'impianto. Tutte le spese per il raggiungimento del punto di consegna designato dal gestore saranno a carico del beneficiario.

Alla chiusura del cantiere viene rilasciato un regolare certificato di collaudo impianto, che va inviato al gestore di rete per ottenere la connessione. Il gestore della rete ha 30 giorni di tempo dal ricevimento del certificato di collaudo per allacciare fisicamente l'impianto e autorizzare l'entrata in esercizio dell'impianto. Entro 6 mesi di tempo dalla data del collaudo l'impianto deve entrare in esercizio regolare, con opportuna comunicazione sia alla società che gestisce la rete (ENEL o analoga) che al GSE, che assegnerà al beneficiario il relativo codice POD.

L'incentivazione per la produzione elettrica da fotovoltaico sarà erogata ai beneficiari su tutta la produzione elettrica dell'impianto per i primi 20 anni. se risulta uguale o inferiore al ns. consumo annuo.

Se si installa un impianto di potenza superiore al proprio consumo occorre distinguere:

- per impianti di potenza fino a 20 kW, si può scegliere se effettuare lo "scambio sul posto" con l'ENEL oppure ricevere l'incentivo su tutta la produzione.
  - nel primo caso (scambio sul posto con l'Enel) l'incentivo viene pagato soltanto sull'energia effettivamente consumata, e inoltre si risparmia sulla bolletta Enel.
  - nel secondo caso (incentivo su tutta la produzione) l'incentivo viene pagato su tutta la produzione (non solo quella consumata), ma si deve continuare a pagare la bolletta Enel.
- per impianti di potenza maggiore di 20 kW, l'incentivo viene pagato su tutta la produzione, ed inoltre è consentita la vendita delle eccedenze (cioè dell'energia prodotta e non consumata) alle tariffe in vigore.

Le tariffe incentivanti per kWh sono definite in base alla taglia dell'impianto. Per le domande presentate nel biennio 2005-2006 sono le seguenti:

- Impianti di potenza da 1 a 20 kW: 0,445 €/kWh
- Impianti di potenza da 20 kW a 50 kW: 0,460 €/kWh
- Impianti di potenza da 50 kW a 1.000 kW: 0,490 €/kWh

La tariffa rimane costante per 20 anni, non è previsto l'incremento annuale secondo l'indice ISTAT.

Con il DM di febbraio 2006 viene introdotto un incremento nella tariffa incentivante del 10% per l'integrazione dell'impianto in edifici di nuova costruzione od oggetto di ristrutturazione straordinaria.

Il meccanismo italiano del conto energia italiano può essere considerato una sorta di "sistema di incentivazione misto o ibrido". Infatti, l'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico beneficerà della tariffa incentivante sia se autoconsumata sia se immessa nella rete locale (quando la produzione eccede il consumo delle proprie utenze) e conteggiata da un ulteriore apposito contatore.

Il pagamento delle "tariffe incentivanti" in conto energia è erogato dal GSE su base mensile, dopo che il soggetto responsabile dell'impianto avrà comunicato la quantità di energia elettrica prodotta dal proprio sistema. Per la misura dell'energia elettrica prodotta il titolare dell'impianto potrebbe anche avvalersi della società elettrica (gestore di rete) a cui l'impianto è collegato, nel qual caso si deve installare un dispositivo che consenta la telelettura dell'elettricità prodotta, oltre che di quella immessa in rete.

Esempio

Ipotesi: Impianto fotovoltaico residenziale in Italia centrale da 2 kWp (16 metri quadrati di superficie)

Esempio di consumo del proprietario dell'impianto: 3.000 kWh/anno

- Costo stimato dell'impianto: 14.000 € + IVA 10% = 15.400 €
- Produzione in Italia Centrale (2 kWp) = 2.600 kWh all'anno
- Guadagno dalla vendita a tariffa incentivante del kWh prodotti = 2.600 x 0,445 € = 1.157 € all'anno
- Risparmio sul costo evitato dell'energia consumata (pari a quella prodotta dall'impianto fotovoltaico su base annuale): = 2.600 x 0,17 € (costo medio dell'elettricità per le famiglie) = 442 € all'anno (in questo caso si pagheranno alla società elettrica effettivamente solo 400 kWh)
- Vantaggio economico totale annuale = 1.157 + 442 = 1.599 € all'anno
- Tempo di ritorno dell'impianto = 15.400 : 1.599 = ~ 9,6 anni

Dopo questo periodo si rientra dell'investimento e si comincia a guadagnare 1.599 € all'anno fino al 20° anno.

Vantaggi e svantaggi

Il meccanismo del Conto energia è stato atteso da anni da parte degli operatori del settore, soprattutto quando le sue qualità si sono messe in luce in Germania a partire dal 2004, dove si è generato un vero e proprio volano economico, occupazionale e culturale. Se si considera che tra gli stati europei l'Italia è uno dei più assolati, soprattutto nelle regioni meridionali, risulta quantomeno curioso che il settore fotovoltaico fosse in assoluto tra i meno sviluppati al mondo, stando ai dati del 2004.

Con le dovute approssimazioni del caso, si rileva come usando tecnologie comuni un impianto fotovoltaico sia in grado di generare approssimativamente 1150 kWh annui per ogni kWp di moduli fotovoltaici installati. Questo valore sale fino a 1500 kWh spostandosi progressivamente verso sud. Questi dati stridono fortemente se paragonati ai 600 kWh/kWp annui della regione tedesca, ai vertici mondiali in quanto a produzione elettrica da fonte fotovoltaica.

La favorevole situazione climatica italiana permette al beneficiario di rientrare interamente dei costi sostenuti entro il decimo anno, e di realizzare approssimativamente altrettanto nei successivi 10 anni. Al sud la situazione migliora ulteriormente, poiché l'investimento tende a rientrare in 8 anni circa.

Di contro, a differenza dei finanziamenti a fondo perduto precedentemente impiegati per incentivare il settore, non vi è alcuno strumento di agevolazione per l'esborso necessario alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico. Addirittura l'agevolazione IRPEF dedicata alle ristrutturazioni edilizie è stata resa parzialmente incompatibile con le tariffe incentivanti, decurtandole di 1/3 per tutti i vent'anni previsti.

Per gli impianti non superiori a 20 kW, con il nuovo decreto di febbraio 2006, è possibile scegliere fra 2 opzioni, la prima prevede di sottoscrivere con il distributore locale un contratto di scambio sul posto, in tal caso è incentivata la produzione per i propri consumi e ciò implica che è vantaggioso dimensionare l'impianto sul proprio fabbisogno. Eventuale eccedenza di produzione non viene pagata ma messa in un conto e consumabile sino a tre anni più tardi. L'altra opzione prevede che l'incentivo venga erogato per tutta la produzione immessa in rete o autoconsumata in parte o in toto, in loco e nel momento che viene prodotta. Tuttavia quest'ultima possibilità, pur allineando la tariffa a quella degli impianti superiori, è preclusa ai privati, a causa della necessità che il titolare dell'impianto abbia personalità giuridica.

9.2.2 CERTIFICATI VERDI

Il recepimento in Italia della direttiva 96/92/CE, attraverso il D.Lgs. n. 79 del 16 marzo 1999, *"Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica"*, ha costituito l'occasione per promuovere un più ampio contributo delle fonti rinnovabili al soddisfacimento del fabbisogno nazionale di elettricità e per rivedere il meccanismo di incentivazione precedente denominato CIP 6. Coerentemente con le indicazioni della direttiva 96/92/CE e della politica comunitaria in materia (Libro Verde e Libro Bianco della Commissione Europea), la L. n. 128/1998 (*"Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivati dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee – Legge comunitaria 1995-1997"*) ha previsto la delega al Governo ad emanare norme che prevedessero, tra l'altro, di *"incentivare, attraverso una adeguata politica di sostegno e di stimolo, l'uso delle energie rinnovabili ed il risparmio energetico, anche con l'obiettivo di una riduzione delle emissioni di CO2"*.

Il D.Lgs. n. 79/99, meglio noto come "Decreto Bersani", dal nome dell'allora Ministro proponente, ha riordinato i sistemi di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica in un'ottica di integrazione tra obiettivi economici ed ambientali ponendo particolare attenzione alla promozione delle fonti rinnovabili, intendendo come tali, ai sensi dell'art. 2, *"il sole, il vento, le risorse idriche, le risorse geotermiche, le maree, il moto ondoso e la trasformazione in energia elettrica dei prodotti vegetali o dei rifiuti organici e inorganici"*.

Per il raggiungimento di tale obiettivo le fonti rinnovabili vengono incentivate con diverse misure ad hoc. In primo luogo, aderendo alla possibilità offerta dalla direttiva 96/92/CE, è prevista la garanzia di priorità di dispacciamento per gli impianti alimentati da fonti rinnovabili, per gli impianti qualificati come cogenerativi[4], nonché per gli impianti CIP 6, in base alla quale il GSE (Gestore servizi elettrici)[5] è tenuto ad assicurare la precedenza all'energia elettrica prodotta da impianti che utilizzano, nell'ordine, fonti energetiche rinnovabili, sistemi di cogenerazione e fonti nazionali di energia combustibile primaria.

La previsione di maggior rilievo è contenuta tuttavia nell'art. 11 del Decreto Bersani, nel quale sono definiti due sistemi di promozione dell'energia da fonti rinnovabili, le procedure di gara per l'attribuzione di incentivi da parte delle Regioni e delle Province Autonome e l'introduzione del sistema dei c.d. *"Certificati Verdi"*.

[4] Per una definizione corretta e univoca di cogenerazione è stata emanata una delibera specifica dell'AEEG n. 42/02 del 19 marzo 2002 recante *"Condizioni per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione ai sensi dell'articolo 2, comma 8, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79"*, poi modificata dalle delibere AEEG 30 dicembre 2003, n. 168, in materia di riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione e di dispacciamento delle unità di cogenerazione e deliberazione 11 novembre 2004, n. 201.

[5] Ex GRTN (Gestore del sistema elettrico)

In particolare ai fini del presente lavoro preme porre attenzione sul secondo sistema di Incentivazione, ovvero quello dei Certificati Verdi, che consiste in un meccanismo di mercato competitivo che raccoglie l'eredità e le funzioni del vecchio CIP 6, ma basata su strumenti di incentivazione meno costosi e meno rigidi e soprattutto non distorsivi della concorrenza tra produttori.

Il sistema si basa sull'obbligo imposto alle imprese che producono o importano elettricità da fonti non rinnovabili, di immettere in rete, a decorrere dal 2001, una quota di energia elettrica prodotta da impianti nuovi o ripotenziati alimentati da fonti rinnovabili entrati in esercizio dopo il 1° aprile 1999.

Tale quota, inizialmente fissata al 2% dell'energia eccedente i 100 GWh, al netto della cogenerazione, degli autoconsumi di centrale e delle esportazioni, viene incrementata a seguito di successivi decreti[6].

I produttori o importatori possono adempiere al suddetto obbligo anche acquistando, in tutto o in parte, l'equivalente quota o i relativi diritti, ecco i Certificati Verdi, da altri produttori o dal Gestore dei Servizi Elettrici (GSE).

I Certificati Verdi sono titoli annuali che vengono rilasciati dal GSE ai titolari degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili entrati in esercizio dopo il 1° aprile 1999, per i primi otto anni di funzionamento. Sono titoli "al portatore", indipendenti dall'energia elettrica prodotta e liberamente negoziabili.

Il vantaggio per i titolari dei Certificati è legato al reddito aggiuntivo ottenuto dalla vendita degli stessi (al prezzo che si forma sul mercato grazie alla libera contrattazione tra le parti), oltre a quello derivante dalla vendita di energia elettrica.

Per la completa attuazione del D.Lgs. 77/99 sono stati emanati successivi decreti attuativi, in particolare:

- DM (Ministero Industria Commercio e Artigianato) 11 novembre 1999, *Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1, 2 e 3 dell'articolo 11 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79*.
- DM (Ministero Attività Produttive) 18 marzo 2002, *Modifiche e integrazioni al decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, di concerto con il Ministro dell'ambiente, 11 novembre 1999, concernente 'direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1, 2 e 3 dell'art. 11 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79*.
- DM (Ministero Attività Produttive) 14/03/2003, *Attivazione del mercato elettrico, limitatamente alla contrattazione dei certificati verdi*.

[6] Il decreto legislativo 387/03, di attuazione della direttiva 2001/77/CE, ha fissato tale incremento nella misura dello 0,35 per cento annuo per il periodo 2004-2006 ed ha individuato le scadenze entro le quali saranno aggiornati gli incrementi per i periodi 2007-2009 e 2010-2012.

- D.Lgs. 387/2003, *"Attivazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"*.
- L. n. 239/2005, *"Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia"*.
- DM (Ministero Attività Produttive) 24/10/2005, *Aggiornamento delle direttive per l'incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili ai sensi dell'articolo 11, comma 5, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79*.

Per poter richiedere i Certificati Verdi al GSE il proprietario dell'impianto deve preventivamente ottenere il riconoscimento di *Impianto Alimentato da Fonti Rinnovabili* (IAFR). Il GSE provvede all'esame ed al riconoscimento della qualifica attraverso una apposita Commissione di qualificazione.

Una volta che l'impianto è stato qualificato, il GSE può emettere i Certificati Verdi richiesti, che possono essere di due tipi:

- *a consuntivo*: relativa all'energia elettrica rinnovabile prodotta nell'anno precedente;
- *a preventivo*: relativa all'energia elettrica rinnovabile che verrà prodotta nell'anno in corso o nel successivo, in base ad una producibilità attesa.

Il Certificato si riferisce alla produzione attuale o attesa di un determinato anno, ha un valore unitario di 50 MWh[7], è valido solo per l'anno di rilascio ed una volta emesso viene depositato sul "Conto Proprietà" aperto dal GSE a favore del produttore IAFR nel sistema informatico appositamente creato per il trasferimento dei Certificati Verdi dai produttori ai soggetti tenuti all'obbligo.

Questi ultimi possono dunque adempiere secondo le seguenti modalità:

- *acquisto di Certificati Verdi*, a copertura della quota soggetta all'obbligo, tramite contratti bilaterali o attraverso la piattaforma telematica di negoziazione organizzata del Gestore del Sistema Elettrico;
- *messa in esercizio di nuovi impianti* alimentati da fonti rinnovabili;
- *importazione di nuova energia rinnovabile* da paesi che adottino analoghi strumenti di incentivo.

[7] Inizialmente previsto in 100 MWh è stato così ridotto dalla Legge 239/2004.

Dal 2003, entro il 31 marzo di ogni anno, i produttori e importatori soggetti all'obbligo devono trasmettere al GSE l'equivalente quantitativo di Certificati Verdi. Questi, verificato l'adempimento dell'obbligo, procede all'annullamento dei Certificati Verdi consegnati.

Nel caso in cui il soggetto obbligato non abbia rispettato la quota minima, questi avrà a disposizione un periodo di 30 giorni per acquistare e trasmettere il necessario quantitativo.

I CERTIFICATI VERDI E IL CIP 6/92

Il meccanismo incentivante dei Certificati Verdi non si è sostituito, ma affiancato a quello già esistente, previsto dal provvedimento CIP 6.

Tale forma di incentivo è stato introdotti in Italia da una delibera del Comitato Interministeriale dei Prezzi (CIP) n. 6 del 29 aprile 1992 recante "Prezzi dell'energia elettrica relativi a cessione, vettoriamento e produzione per conto dell'Enel, parametri relativi allo scambio e condizioni tecniche generali per l'ammissibilità a fonte rinnovabile", come previsto dall'art. 20 della L. 9/1991.

Tale strumento di incentivazione di fatto interrotto con l'adozione del DM 24 gennaio 1997, con il quale il Ministero dell'Industria sospese la procedura di ammissione agli incentivi, tranne che per gli impianti già realizzati e in corso di realizzazione alla data di entrata in vigore del decreto, nonché per le iniziative prescelte alla data del 19 novembre 1995 ai fini della stipula delle convenzioni con l'ENEL, continua a erogare incentivi agli impianti allora ammessi nelle graduatorie del CIP 6 fino al termine della scadenza delle relative convenzioni.

Per assicurare continuità al sistema, il D.Lgs 79/99 ha previsto il passaggio dall'ENEL al GRTN di tutti i diritti e gli obblighi di acquisto dell'energia prodotta da impianti incentivati in base al CIP 6. L'energia prodotta dagli impianti CIP 6 viene ora ritirata a prezzi agevolati e fissati per via regolamentare dal GSE, il quale procede successivamente ad assegnare tale energia agli operatori grossisti a prezzi più bassi di quelli di acquisto.

Agli impianti CIP 6 entrati in funzione dopo il 1° aprile 1999 è stato attribuito il diritto all'emissione dei Certificati Verdi, i quali vengono tuttavia assegnati direttamente al GSE.

Infatti il meccanismo dei Certificati Verdi prevede che, in caso di scarsità di offerta di Certificati da parte dei produttori IAFR, il GSE emetta Certificati Verdi a fronte dell'energia prodotta da impianti CIP 6 a proprio favore e li collochi sul mercato ad un prezzo determinato anno per anno (pari alla differenza tra il costo medio dell'energia CIP 6 acquistata nel corso dell'anno precedente e il ricavo derivante dalla cessione della stessa).

9.2.3 CERTIFICATI BIANCHI

Il recepimento della direttiva 96/92/CE nell'ordinamento Italiano attraverso il D.Lgs 79/99 ("Decreto Bersani"), ha prevista anche una disposizione specifica in materia di efficienza energetica. Infatti, l'art. 9 prevede che nelle concessioni relative al servizio di distribuzione siano previste misure di incremento dell'efficienza energetica negli usi finali dell'energia secondo obiettivi quantitativi da determinarsi con successivo decreto del Ministro dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato di concerto con il Ministro dell'Ambiente. Il D.Lgs. n. 164/2000, *"Attuazione della direttiva n. 98/30/CE recante norme comuni per il mercato interno del gas naturale, a norma dell'art. 41 della L. 144/1999"*, all'art. 16 prevedeva analoga disposizione per il settore del gas.

Il meccanismo dei "titoli commercializzabili di efficienza energetica" (o "certificati bianchi") è stato introdotto nel nostro Paese con i decreti ministeriali 24 aprile 2001, analizzati nella Linea I del presente documento, successivamente sostituiti dai decreti ministeriali 20 luglio 2004, adottati dal Ministero della Attività Produttive di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

L'esperienza italiana è la prima al mondo di applicazione di questo strumento di mercato alla promozione dell'efficienza energetica negli usi finali. Successivamente all'introduzione in Italia, la struttura del meccanismo e della relativa regolazione attuativa sono stati oggetto di approfonditi studi e analisi da parte della Commissione Europea, dell'Agenzia Internazionale per l'Energia e di un numero crescente di Paesi, sia europei, sia extra-europei (Stati Uniti, Australia, Giappone, Corea). Nel luglio 2006 la Francia ha introdotto un sistema di certificati bianchi che ricalca molto quello italiano, soprattutto dal punto di vista della regolazione attuativa.

I Titoli di Efficienza Energetica (TEE), meglio noti come "Certificati Bianchi" sono titoli che attestano il risparmio energetico conseguito attraverso interventi specifici di incremento dell'efficienza.

In analogia con i Certificati Verdi diretti a promuovere la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, il sistema dei Certificati Bianchi mira ad incentivare il risparmio energetico in modo costo-efficace e conforme alla liberalizzazione del mercato interno dell'energia elettrica e del gas operata dalle direttive comunitarie.

In virtù di tale sistema i distributori nazionali di energia elettrica e i distributori di gas che al 2001 servivano più di 100.000 clienti finali, sono vincolati a conseguire obiettivi annui di risparmio energetico attraverso la realizzazione di progetti ed interventi presso gli utenti finali al fine di conseguire un obiettivo obbligatorio annuale di risparmio energetico. Tale obbligo può essere rispettato sia realizzando in proprio gli interventi, sia avvalendosi di società di servizi collegate, sia acquistando i corrispondenti TEE sul mercato.

Tali titoli, ognuno dei quali certifica il conseguimento di risparmi di energia primaria pari a una tonnellata equivalente di petrolio (tep), vengono emessi annualmente dal Gestore del Mercato Elettrico (GME) a favore dei singoli distributori in seguito all'accertamento dei risultati conseguiti.

Il GME svolge un ruolo fondamentale in quanto organizza e gestisce il Mercato dei TEE indispensabile per favorire l'incontro tra la domanda e l'offerta. Le contrattazione sul mercato dei TEE sono iniziate il 7 marzo 2006.

La domanda dei Certificati Bianchi è determinata dai distributori soggetti all'obbligo, i quali attraverso i loro progetti, hanno ottenuto risparmi inferiori al loro obiettivo annuo, e pertanto devono acquistare i titoli mancanti per ottemperare a tale obbligo. L'offerta viene invece determinata:

- dai distributori soggetti all'obbligo che hanno conseguito risparmi superiori ai loro obiettivi;
- dai distributori non soggetti ad obbligo che hanno ottenuto Certificati Bianchi per progetti realizzati;
- dalle ESCO che possono vendere i Certificati conseguiti.

La possibilità di scambiare titoli consente ai distributori che incorrerebbero in costi elevati per il risparmio di energia attraverso la realizzazione diretta di progetti, di acquistarli da soggetti con costi marginali relativamente inferiori, i quali possono trovare conveniente vendere i propri titoli sul mercato.

I decreti ministeriali 20 luglio 2004 determinano gli obiettivi quantitativi nazionali di miglioramento dell'efficienza energetica per il quinquennio 2005-2009, espressi in unità di energia primaria (tonnellate equivalenti di petrolio) su base annuale.

Obiettivi nazionali previsti dei decreti ministeriali 20 luglio 2004

ANNO	DECRETO ELETTRICO MTEP	DECRETO GAS MTEP
2005	0,1	*0,1*
2006	0,2	*0,2*
2007	0,4	*0,4*
2008	0,8	*0,7*
2009	*1,6*	*1,3*

La determinazione degli obiettivi specifici in capo ai singoli operatori viene stabilita annualmente con delibera del Gestore del Sistema Elettrico sulla base del rapporto tra l'energia distribuita da ciascun distributore ai clienti finali connessi alla propria rete e da essi autocertificata, e l'energia complessivamente distribuita sull'intero territorio nazionale, entrambe conteggiate nell'anno precedente all'ultimo trascorso..

La verifica del conseguimento dell'obbligo avviene tramite la trasmissione dei TEE posseduti dai distributori al GSE, da effettuarsi entro il 31 maggio dell'anno successivo a quello a cui si riferiscono i titoli, a decorrere dal 2006. Il GSE ritira ed annulla i titoli presentati dal distributore fino al raggiungimento dell'obiettivo assegnato; eventuali titoli in eccesso potranno essere utilizzati dal distributore negli anni successivi.

Come per i Certificati Verdi la contrattazione dei titoli, può avvenire sia tramite accordi bilaterali sia sul mercato appositamente creato dal GME.

In tale mercato sono ammessi alle contrattazioni tutte le tipologie di titoli individuate nelle Linee guida dell'Autorità, adottate con delibera 103/03269, e cioè:

a) Titoli di Efficienza Energetica di tipo I, attestanti il conseguimento di risparmi di energia primaria attraverso interventi per la riduzione dei consumi finali di energia elettrica;
b) Titoli di Efficienza Energetica di tipo II, attestanti il conseguimento di risparmi di energia primaria attraverso interventi per la riduzione dei consumi di gas naturale;
c) Titoli di Efficienza Energetica di tipo III, attestanti il conseguimento di risparmi di energia primaria attraverso interventi diversi da quelli di cui alle lettere a) e b).

10 LA DIFFUSIONE DELLE FONTI RINNOVABILI

10.1 ENERGIA EOLICA

10.1.1 ENERGIA EOLICA IN EUROPA

In Europa l'energia eolica ha avuto, dall'inizio degli anni '90, una crescita rapidissima e senza confronti. In particolare la Germania, grazie anche alla legge sulla fornitura dell'energia elettrica e ad alcuni programmi di sviluppo, è diventata, dal 1997, il primo paese del mondo per capacità di generazione eolica installata. Risulta inoltre il primo paese europeo, con una capacità che, al dicembre del 2002, era pari a 12.000 MW, seguita dalla Spagna, con circa 4.800 MW.

Con più di 8000 generatori eolici, la Germania dispone della metà della capacità di generazione eolica installata in Europa.

Va osservato che tre Paesi dell'Unione Europea, Germania, Spagna e Danimarca, rappresentano oltre l'80% della capacità complessiva. Attualmente tutti e tre questi paesi prevedono tassi di remunerazione minima stabiliti per legge. Nonostante ciò, la Commissione Europea ha messo in discussione questo strumento estremamente efficace in un documento dell'aprile 1999 e sembra preferire l'introduzione di quote negoziabili, sebbene i paesi che adottano questo modello, quali ad esempio Gran Bretagna, Irlanda, Francia e Olanda, rappresentino solo una frazione molto piccola della capacità eolica installata, a differenza dei paesi dove vige un prezzo minimo garantito. Inoltre, sia il libro bianco sia il Parlamento europeo hanno suggerito che siano stabiliti standard minimi validi in tutta Europa per la remunerazione della fornitura di energia elettrica, incluso un "bonus ambientale" per le fonti rinnovabili di energia.

10.1.2 ENERGIA EOLICA IN ITALIA

Secondo varie fonti, in Italia nel 2001 erano installati oltre 1.240 aerogeneratori per una potenza che si avvicina ai 700 MW ed una producibilità di energia di circa 1.150 GWh. Gli impianti si concentrano prevalentemente nell'Italia meridionale con predominanza in Campagna e Puglia.

Circa il 90% delle macchine si trova in zone marginali montuose ad altezze variabili tra i 600 e 700 m sul livello del mare. La taglia delle centrali italiane è compresa tra poco meno di 1MW e 35-36 MW; la media si attesta intorno al 10-15 MW di potenza.

I programmi nazionali di sviluppo dell'eolico (Libro Bianco e Verde) puntano alla realizzazione di 3.000 MW entro il 2010.

Anche in Italia una legge con remunerazione minima per le fonti rinnovabili (CIP 6) ha contribuito alla dinamica di crescita dell'energia eolica. Il nuovo strumento di quote negoziabili però ha creato un futuro più incerto per l'energia eolica e le altre fonti rinnovabili.

Tuttavia anche alla luce del recente sviluppo, la quota di capacità eolica installata in Italia rimane ancora marginale, riuscendo a contribuire, solo per lo 0,5%, alla produzione di energia elettrica totale.

10.2 IL FOTOVOLTAICO

Sviluppata alla fine degli anni 50 nell'ambito dei programmi spaziali, per i quali occorreva disporre di una fonte di energia affidabile ed inesauribile, la tecnologia fotovoltaica (FV) si va oggi diffondendo molto rapidamente anche per applicazioni terrestri, come l'alimentazione di utenze isolate o gli impianti installati sugli edifici e collegati ad una rete elettrica preesistente. Il funzionamento dei dispositivi fotovoltaici si basa sulla capacità di alcuni materiali semiconduttori, opportunamente trattati, di convertire l'energia della radiazione solare in energia elettrica in corrente continua senza bisogno di parti meccaniche in movimento.

Il materiale semiconduttore quasi universalmente impiegato oggi a tale scopo è il silicio. Il componente base di un impianto FV è la cella fotovoltaica, che è in grado di produrre circa 1,5 Watt di potenza in condizioni standard, vale a dire quando essa si trova ad una temperatura di 25 °C ed è sottoposta ad una potenza della radiazione pari a 1000 W/m². La potenza in uscita da un dispositivo FV quando esso lavora in condizioni standard prende il nome di potenza di picco (Wp) ed è un valore che viene usato come riferimento. L'output elettrico reale in esercizio è in realtà minore del valore di picco a causa delle temperature più elevate e dei valori più bassi della radiazione.

Più celle assemblate e collegate tra di loro in una unica struttura formano il modulo fotovoltaico. Il modulo FV tradizionale è costituito dal collegamento in serie di 36 celle, per ottenere una potenza in uscita pari a circa 50 Watt, ma oggi, soprattutto per esigenza architettoniche, i produttori mettono sul mercato moduli costituiti da un numero di celle molto più alto e di conseguenza di più elevata potenza, anche fino a 200 Watt per ogni singolo modulo. A seconda della tensione necessaria all'alimentazione delle utenze elettriche, più moduli possono poi essere collegati in serie in una "stringa".

La potenza elettrica richiesta determina poi il numero di stringhe da collegare in parallelo per realizzare finalmente un generatore fotovoltaico. Il trasferimento dell'energia dal sistema fotovoltaico all'utenza avviene attraverso ulteriori dispositivi, necessari per trasformare ed adattare la corrente continua prodotta dai moduli alle esigenze dell'utenza finale. Il complesso di tali dispositivi prende il nome di BOS (Balance of System). Un componente essenziale del BOS, se le utenze devono essere alimentate in corrente alternata, è l'inverter, dispositivo che converte la corrente continua in uscita dal generatore FV in corrente alternata.

10.2.1 IL FOTOVOLTAICO IN EUROPA E NEL MONDO.

L'energia fotovoltaica mondiale ha conosciuto negli anni notevoli sviluppi con tassi di crescita medi annui di oltre il 30%, la capacità produttiva è passata dai 45 MWp del 1990 ai 390 MWp del 2001 (per il 2002 si parla di 500 MWp). Questo grande risultato è stato possibile grazie al parallelo sviluppo di due tipologie di applicazioni: gli impianti isolati e quelli installati sugli edifici ed integrati alla rete elettrica.

Il FV è ormai conosciuto dalla maggior parte dei paesi più industrializzati come un settore tecnologico degno di sviluppo attraverso programmi di sostegno della domanda e con finanziamenti alla ricerca.

Nel mondo ci sono numerose installazioni, sia centrali fotovoltaiche che installazioni in complessi residenziali. Per quanto riguarda le centrali fotovoltaiche le maggiori installazioni sono:

- **Carrisa** (*California*) 6500 kWp (in Rete)
- **Sacramento** (*California*) 2000 kWp (in Rete)
- **Lugo** (*California*) 1000 kWp (in Rete)
- **Austin** (*Texas*) 600 kWp (in Rete)
- **Davis** (*California*) 1100 kWp (Sperimentazione)
- **Koben Gondorf** (*D*) 340 kWp (in Rete)
- **Isola di Pellworm** (*D*) 300 kWp (centro ricreativo)
- **Isola di Kythnos** (*GB*) 100 kWp (in Rete con altre rinnovabili)

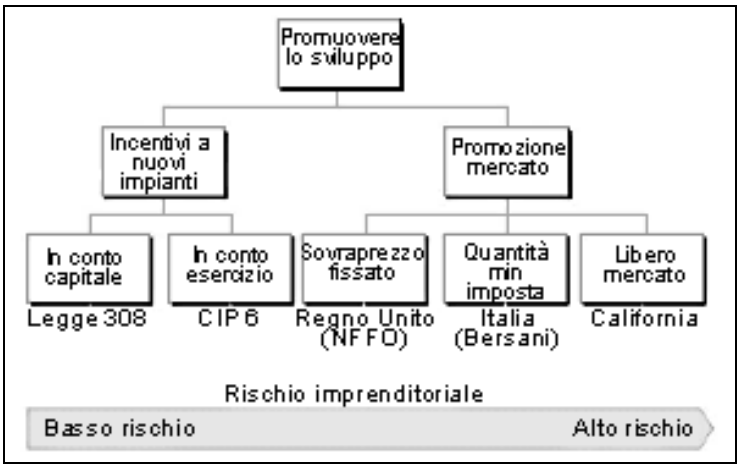
Gli incrementi più elevati nella potenza installata sono stati senza dubbio quelli del Giappone, degli Stati Uniti e della Germania, soprattutto grazie ai programmi di incentivazione da parte dello stato che, non solo hanno fornito sussidi per l'installazione di impianti FV, ma in alcuni casi (come in Germania) hanno comprato l'elettricità in eccesso prodotta da tali impianti e riversata in rete ad un prezzo molto maggiore di quello di vendita dell'elettricità tradizionale, come a voler "premiare" le caratteristiche ecologicamente compatibili di tale energia.

Ma anche altre nazioni come Svizzera, Olanda, Spagna, Austria e Australia potranno consentire alle proprie industrie FV, grazie ai loro programmi nazionali di avere un vantaggio di competitività internazionale. Nel 2001 si sono installati impianti FV in Giappone per 135 MWp e in Germania 81 MWp.

A livello europeo gli investimenti sul fotovoltaico sono molti e ingenti proprio perché si crede che grazie ad un miglioramento dell'efficienza delle celle possa diventare nei prossimi anni una energia appetibile. E' stata, infatti, costituita una commissione UE per abbattere le barriere economiche che limitano l'utilizzo dell'energia fotovoltaica: l'obiettivo è quello di superare la leadership detenuta dal Giappone che produce il 44% dell'Energia Totale con il fotovoltaico. (La UE il 24% e gli USA il 22%).

Il libro verde dell'Energia dava una previsione di sviluppo del fotovoltaico da 0,03 GWp del 1995 a 3 GWp per il 2010 (Tabella 1A).

La guida al fotovoltaico nelle aree urbane pubblicata da ETA con il patrocinio della Comissione Europea e della Regione Toscana codifica un metodo per calcolare il potenziale del fotovoltaico nella propria città: un po' laborioso, ma utile. Una stima fatta sulla base del calcolo del potenziale in alcune città europee campione, rileva che in media in Europa si può produrre un quarto del fabbisogno energetico in aree urbane col fotovoltaico.



10.2.2 IL FOTOVOLTAICO IN ITALIA

In Italia, dopo una fase di grande fermento della prima metà degli anni '90 in cui l'ENEL ha installato diverse centrali fotovoltaiche (la più grande delle quali la centrale di Serre Persano nel salernitano di 3,3 MWp), il mercato ha vissuto un forte rallentamento soprattutto per l'assenza di adeguati meccanismi di incentivazione.

Di seguito si riportano i principali impianti di produzione e relative potenze installate in kiloWatt di punta (kWp) ed applicazione (1995):

- **Serre Persano** (*SA*) 3.300 kWp (in Rete)
- **Vasto** (*CH*) 1.000 kWp (in Rete)
- **Delphos** (*FG*) 600 kWp (in Rete)
- **Carloforte** (*CA*) 600 kWp (+900kW eolico) (in Rete)
- **Lamezia Terme** (*CZ*) 600 kWp (+600kW eolico) (in Rete)
- **Salve** (*LE*) 600 kWp (+600kW eolico) (in Rete)
- **Casaccia** (*RM*) 100 kWp (in Rete)
- **Alta Nurra** (*SS*) 100 kWp (in Rete)
- **Lampedusa** 100 kWp (Dissalatore)
- **Lipari** 100 kWp (Dissalatore)

- **Netuno** (*RM*) 100 kWp (Alimentazione villaggio)
- **Vulcano** 80 kWp (Rete locale)
- **Zambelli** (*VR*) 70 kWp (Pompaggio)
- **Tremiti** 65 kWp (Dissalatore)
- **Giglio** 45 kWp (Refrigerazione)
- **Cetona/Sovana** (*SI*) 20+6 kWp (Sito archeologico)

La produzione di energia nel 2000 è stata pari a 6300 MWh, valore ancora basso per essere rilevante rispetto alle altre fonti rinnovabili (è infatti il valore di gran lunga più basso).

Nell'anno 2001 si sono installati impianti FV per solamente 1 MWp.

Attualmente il FV in Italia è costituito da circa 40 aziende con un totale di 750 addetti. D'altra parte negli ultimi anni lo sviluppo FV in Italia è stato ostacolato da una serie di normative che hanno impedito l'applicazione su scala diffusa.

Oggi la strada da perseguire è quella degli impianti fotovoltaici da inserire negli edifici, cioè per i singoli utenti. Il Programma "**10.000 Tetti Fotovoltaici**" sarà in grado di dare a tutto il comparto fotovoltaico una forte accelerazione: per il 2001 erano previsti 2000 impianti fotovoltaici installati presso soggetti pubblici e privati. Si prevede la realizzazione di 50.000 impianti fotovoltaici entro il 2007. Nel quadro di tale Programma, a gennaio 2003 si sono installati 1.800 kWp su edifici pubblici ovvero 145 impianti (sottoprogramma del Ministero dell'Ambiente), altri 113 impianti in edifici pubblici per 867 kWp e 539 impianti su edifici privati per 2.113 kWp. Hanno rinunciato all'installazione 60 privati per una potenza di 134 kWp.

10.3 Il Solare Termico

La tecnologia per l'utilizzo termico dell'energia solare ha raggiunto maturità ed affidabilità tali da farla rientrare tra i modi più razionali e puliti per scaldare l'acqua o l'aria nell'utilizzo domestico e produttivo.

La radiazione solare, nonostante la sua scarsa densità (che raggiunge 1kW/m² solo nelle giornate di cielo sereno), resta la fonte energetica più abbondante e pulita sulla superficie terrestre. Il rendimento dei pannelli solari è aumentato di un buon 30% nell'ultimo decennio, rendendo varie applicazioni nell'edilizia, nel terziario e nell'agricoltura commercialmente competitive. L'applicazione più comune è il collettore solare termico utilizzato per scaldare acqua sanitaria. Un metro quadrato di collettore solare può scaldare a 45÷60 °C tra i 40 ed i 300 litri d'acqua in un giorno a secondo dell'efficienza che varia con le condizioni climatiche e con la tipologia di collettore tra 30 % e 80%.

Le tecnologie per utilizzare l'energia solare per produrre calore sono di tre tipi: a bassa, media ed alta temperatura.

10.3.1 IL SOLARE TERMICO IN EUROPA E NEL MONDO

La tecnologia del solare termico è quasi pienamente matura.

Nel mondo sono installati oltre 30 milioni di metri quadri di pannelli solari di cui 3 milioni nell'Unione europea.

In particolare, l'UE annovera circa 300 piccole medie imprese con un totale di 10.000 addetti.

Il riscaldamento solare termico sta diventando competitivo. Nel '95 esistevano 6,5 milioni di mq con una concentrazione particolare in Austria, Germania e Grecia. Se gli altri stati membri arrivassero a questo risultato la media europea nel 2010 potrebbe arrivare ad un 20 – 25%.

10.3.2 IL SOLARE TERMICO IN ITALIA

In Italia l'applicazione dei pannelli solari per scaldare l'acqua può essere ancora molto potenziata. Nel 2000 sono stati installati circa 25.000 m^2, molto pochi anche rispetto a paesi più freddi (per esempio l'Austria) ma più sensibili a questioni economico-ambientali relative a questo settore.

Il parco del solare termico in Italia è oggi di 350.000 m^2. Le applicazioni più comuni sono relative ad impianti per acqua calda sanitaria, riscaldamento degli ambienti e piscine; sono in aumento casi di utilizzo nell'industria, nell'agricoltura e per la refrigerazione solare.

Recentemente, secondo uno studio di Ambiente Italia pubblicato nel 2003 il settore ha registrato una crescita annuale del 25%. La motivazione di questa crescita è legata ad un rinnovato interesse per il solare e ad una maggiore diffusione dei programmi di incentivazione.

I livelli di partenza erano molto bassi nel 1990 le vendite non superavano i 15.00 m^2. Negli ultimi anni sta cambiando: nel 2001 e nel 2002 le stime registrano un incremento annuale del 15%. Per il 2003 si prevedono incentivi Ministero Regioni per 100.000 m^2.

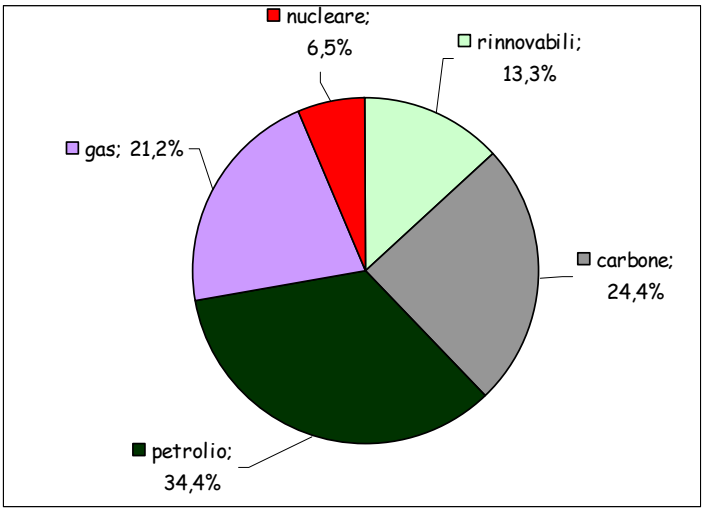
Gli obiettivi del Libro Bianco Italiano si prospettano comunque difficili: dal 2003 in poi servirebbe un tasso medio di crescita del 32% all'anno ma le stime più realistiche parlano di crescite annue tra il 10 e il 20%. In questo caso si potranno così raggiungere nel 2010 2.000.000 di m^2 installati contro i 3.000.000 previsti dal Libro Bianco Italiano.

10.4 AGGIORNAMENTO DEI DATI SULLA DIFFUSIONE DELLE FONTI RINNOVABILI

10.4.1 A LIVELLO MONDIALE

Ai dati 2003 le fonti energetiche rinnovabili coprivano a livello mondiale il 13,3% dell'offerta totale di energia primaria (con una produzione di energia equivalente a 1.404 Mtep su un totale di 10.579 Mtep)[8]. Il resto dell'energia primaria è stata soddisfatta per il 34,4% dal petrolio, per il 24,4% dal carbone, per il 21,2% dal gas naturale e per il 6,5% dal nucleare.

Figura 16. Offerta di energia primaria nel Mondo. Anno 2003

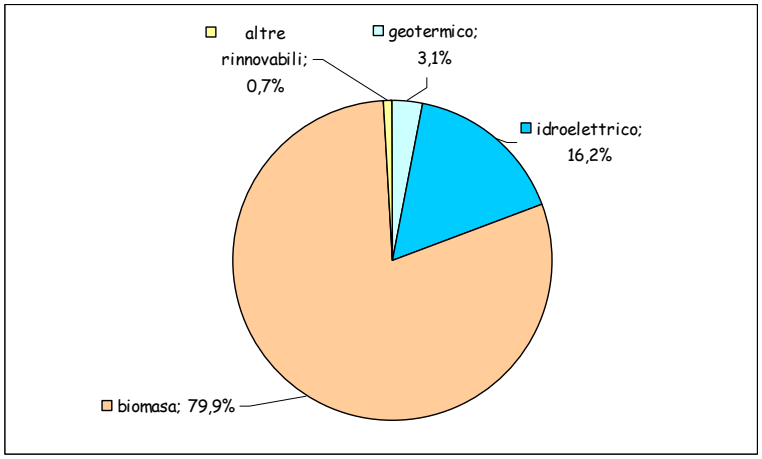


Fonte: elaborazioni su dati ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

L'energia prodotta da fonti rinnovabili è costituita principalmente dalle biomasse solide, con il 77,5% della produzione, grazie al diffuso utilizzo di biomasse non commerciali (soprattutto paglia, legno e rifiuti animali) nei Paesi in via di sviluppo. Seguono l'idroelettrico, 16,2%, la geotermia, circa il 3%, e infine solare e eolico che costituiscono complessivamente lo 0,7% della produzione.

[8] Elaborazioni ENEA sulla dati IEA, International Energy Agency ("Renewables information 2005", OECD/IEA 2005).

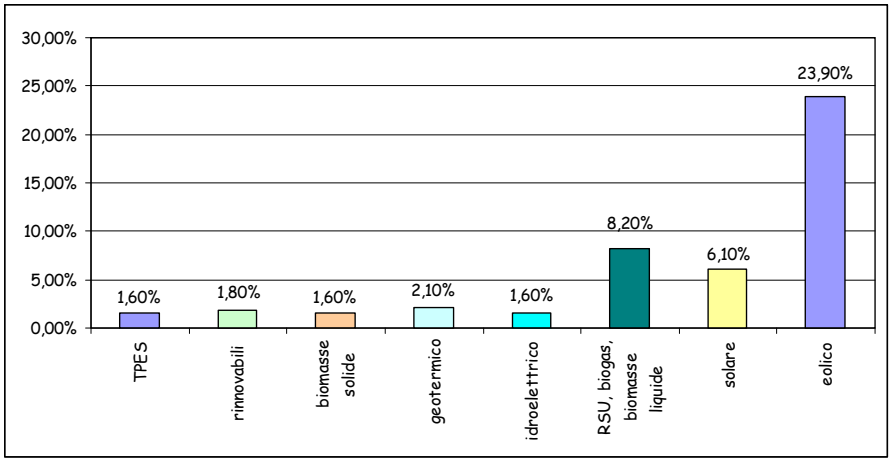
Figura 17. Quote di produzione di energia da fonti rinnovabili nel Mondo. Anno 2003



Fonte: elaborazioni su dati ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

Come evidenziato dal grafico successivo dal 1990 la produzione di energia da fonti rinnovabili è cresciuta ad un tasso annuo dell'1,8%, leggermente superiore al tasso di crescita annuo dell'offerta di energia primaria (TPES[9]) che, nello stesso arco di tempo, è stato dell'1,6%. La fonte eolica mostra il tasso annuo di crescita più elevato pari al 23,9%. La produzione di energia da biomasse solide, che rappresenta la quota più elevata di produzione da rinnovabili, segna il più basso tasso di crescita, pari all'1,6%. Si attesta sull'1,6% anche la crescita media della produzione di energia da fonte idroelettrica.

Figura 18. Crescita annua media della produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili nel Mondo. Incremento % medio annuo 1990-2003

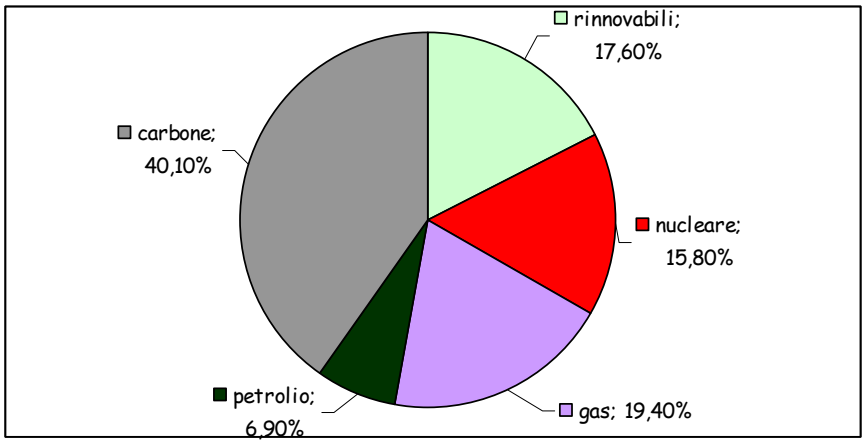


Fonte: elaborazioni su dati ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

[9] TPES, Total Primary Energy Supply: rappresenta l'offerta totale di energia primaria.

Per quanto riguarda la sola produzione elettrica nel 2003, le fonti rinnovabili rappresentano il 17,6% (oltre il 90% della quale, 16% del totale è rappresentato dall'idroelettrico)

Figura 19. Contributo % per fonte alla produzione di energia elettrica nel Mondo. Anno 2003



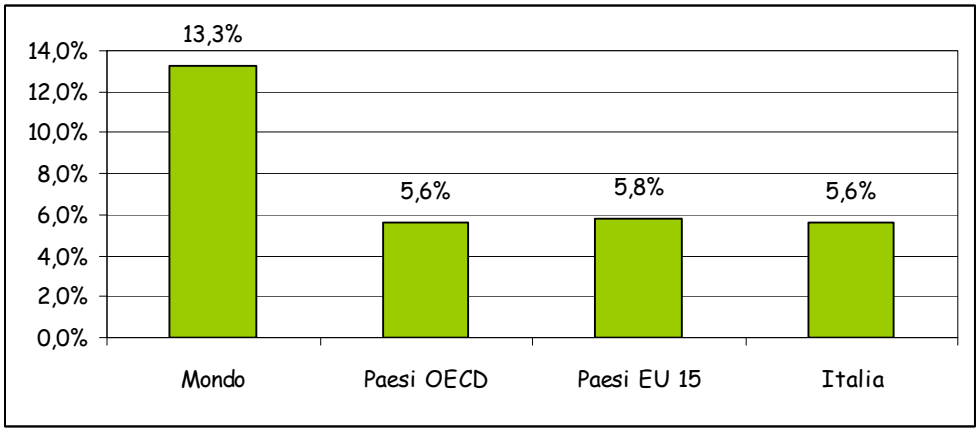
Fonte: elaborazioni su dati ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

10.4.2 A LIVELLO NAZIONALE

Sempre con riferimento all'anno 2003 è possibile confrontare i dati dell'Italia con quelli della media mondiale, dei Paesi dell'UE 15 e dell'OECD.

L'energia primaria prodotta da fonti rinnovabili sul totale rappresentava per l'Italia un valore del 5,6%, in linea con le media dei Paesi dell'UE 15 (5,8%) e dell'OECD (5,6%). Risulta decisamente maggiore il dato a livello mondiale (13,3%) a causa dell'elevato ricorso che si fa della biomassa per usi energetici nei Paesi meno sviluppati.

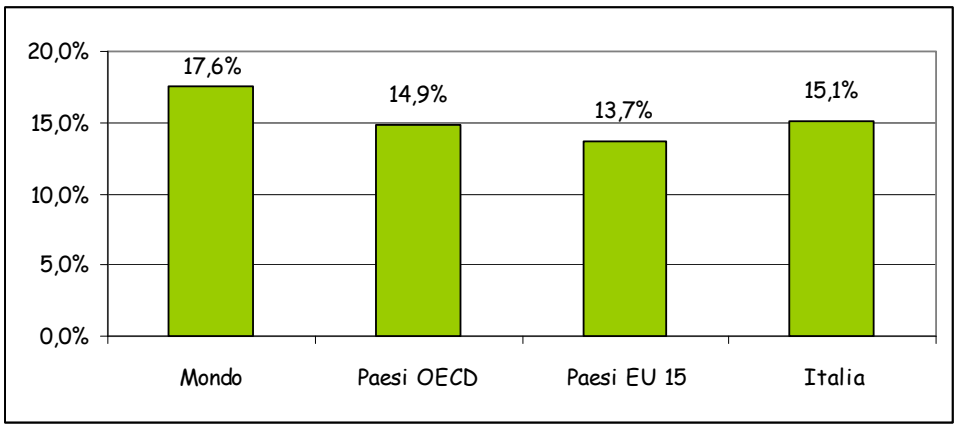
Figura 20. Contributo % delle rinnovabili all'offerta di energia primaria per area. Anno 2003



Fonte: elaborazioni su dati ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

Il contributo percentuale delle rinnovabili alla generazione elettrica presenta per l'Italia valori superiori alla media dei Paesi UE 15 e OECD, avvicinandosi alla media mondiale, grazie ad un discreto ricorso alla fonte idroelettrica.

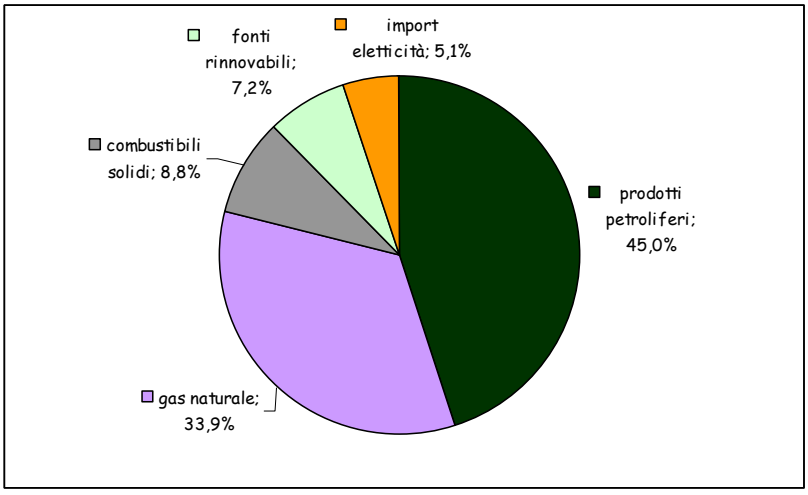
Figura 21. Contributo delle rinnovabili alla generazione elettrica per area geografica. A. 2003



Fonte: elaborazioni su dati ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

Nel 2004 le fonti rinnovabili di energia hanno contribuito complessivamente al Consumo Interno Lordo[10] (CIL) italiano per una percentuale del 7,2%.

Figura 22. Consumo interno lordo per fonte di energia in Italia. Anno 2004

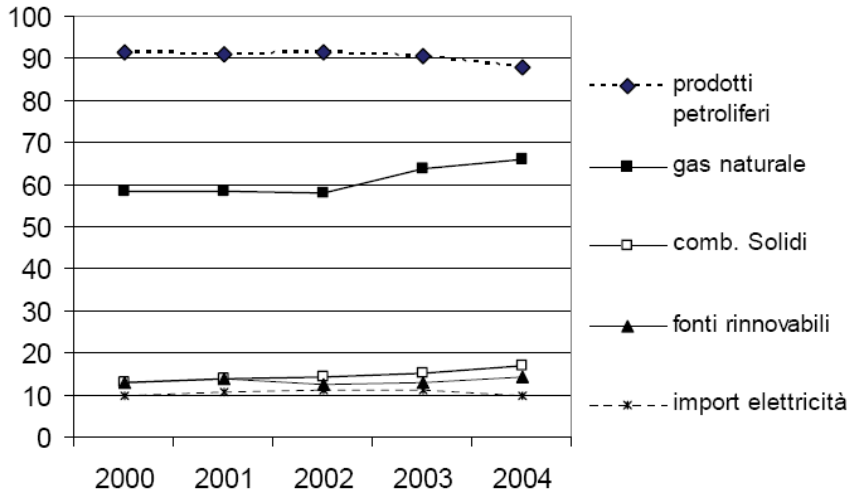


Fonte: elaborazioni su dati ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

[10] Consumo interno lordo: somma dei quantitativi di fonti primarie prodotte, di fonti primarie e secondarie importate e della variazione delle scorte di fonti primarie e secondarie presso produttori e importatori, diminuita delle fonti primarie e secondarie esportate.

L'andamento negli ultimi cinque anni del contributo delle diverse fonti al bilancio energetico nazionale, evidenziato nella figura successiva, rileva una crescita contenuta del contributo da fonti rinnovabili mentre appare evidente il minor ricorso ai prodotti petroliferi, a vantaggio del gas naturale e, in piccola misura, anche dei combustibili solidi.

Figura 23. Consumo Interno Lordo di energia (Mtep) per fonte in Italia. Anni 2000-2004



Fonte ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

La tabella successiva riporta invece i dati relativi alla produzione di energia da fonti rinnovabili negli ultimi cinque anni in Italia.

Come evidente, l'incremento percentualmente più significativo, è legato all'eolico (+227,4%), al fotovoltaico (+50,0%), ai rifiuti (+183,1%) e alle biomasse che passano, sul totale delle rinnovabili, da poco più del 14% del 2000 al quasi 26% del 2004.

Nell'arco temporale oggetto dell'indagine l'energia prodotta da fonti rinnovabili è aumentata del 16,1%.

Tabella 22. Energia da rinnovabili in equivalente fossile sostituito (ktep). Anni 2000-2004

FONTI ENERGETICHE	2000	2001	2002	2003	2004	VARIAZIONE % 2000/2004
Idroelettrico*	9.725	10.298	8.694	8.068	9.404	*-3,3%*
Eolico	124	259	309	321	406	*227,4%*
Fotovoltaico	4	4	4	5	6	*50,0%*
Solare Termico	11	11	14	16	18	*63,6%*
Geotermia	1.248	1.204	1.239	1.388	1.409	*12,9%*
Rifiuti	461	721	818	1.038	1.305	*183,1%*
Legna ed assimilati**	2.344	2.475	2.489	2.814	3.300	*40,8%*
Biocombustibili	95	146	189	255	280	*194,7%*
Biogas	162	196	270	296	335	*106,8%*
Totale	**14.174**	**15.314**	**14.026**	**14.201**	**16.463**	***16,1%***

* Solo energia elettrica da apporti naturali (2.200 kcal/kWh)

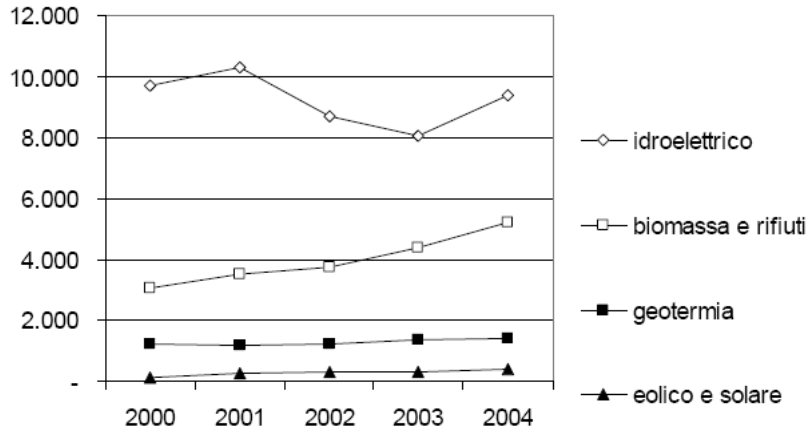
** Non include la legna da ardere utilizzata nelle abitazioni

Fonte: elaborazioni su dati ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

Analizzando il contributo energetico, in termini di ktep di energia primaria sostituita, fornito negli ultimi cinque anni da alcune tipologie di fonti rinnovabili, risulta che l'idroelettrico, fornisce la quota più rilevante, seppur caratterizzato da forte fluttuazione legata all'idricità, mentre la geotermia mostra un aumento intorno al 10%.

Per le altre rinnovabili risulta un discreto incremento della produzione da biomassa e rifiuti, mentre la produzione complessiva da eolico e fotovoltaico non ha subito incrementi apprezzabili alla scala del grafico.

Figura 24. Produzione di energia da rinnovabili (ktep) in Italia. Anni 2000-2004



Fonte: ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

ENERGIA ELETTRICA

Per quanto riguarda la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili nel nostro Paese, questa ammontava nel 2004 a circa 55 TWh, pari al 16% del consumo interno lordo (CIL) di energia elettrica[11]. Rispetto al 2003, si assiste ad un aumento medio della produzione di elettricità da rinnovabili di oltre il 16%.

Tabella 23. Energia elettrica da fonti rinnovabili (GWh) in Italia. Anni 2000-2004

FONTI	2000	2001	2002	2003	2004
Idroelettrico	44.205	46.811	39.520	36.675	42.744
Idroelettrico <10MW	*8.117*	*8.657*	*8.048*	*7.192*	*8.859*
Idroelettrico>10MW	*36.088*	*38.154*	*31.472*	*29.483*	*33.885*
Eolico	563	1.179	1.404	1.458	1.847
Solare Fotovoltaico*	16	16	18	23	27
Geotermoelettrico	4.705	4.507	4.662	5.341	5.437
RSU	804	1.259	1.428	1.812	2.277
Legna	537	644	1.052	1.648	2.190
Biogas	566	684	943	1.033	1.170
Totale	**51.396**	**55.100**	**49.027**	**47.990**	**55.692**
Consumo Interno Lordo (TWh)	321	327	336	345	349
% da rinnovabili	*16%*	*17%*	*15%*	*14%*	*16%*

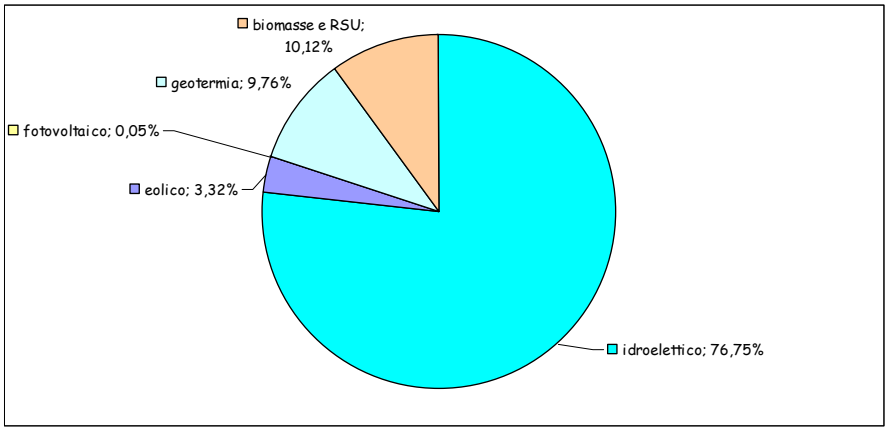
* dato stimato

Fonte: elaborazioni su dati ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

Oltre il 75% della produzione da rinnovabili proviene dall'idroelettrico, geotermia e biomasse (inclusi RSU) contribuiscono entrambe per circa il 10%, l'eolico per il 3% e il fotovoltaico solo per lo 0,05%.

[11] Il consumo interno lordo è uguale alla produzione nazionale di elettricità, compresa l'autoproduzione, più il saldo degli scambi con l'estero.

Figura 25. Produzione di elettricità per fonte rinnovabile (percentuali). Italia 2004



Fonte: elaborazioni su dati ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

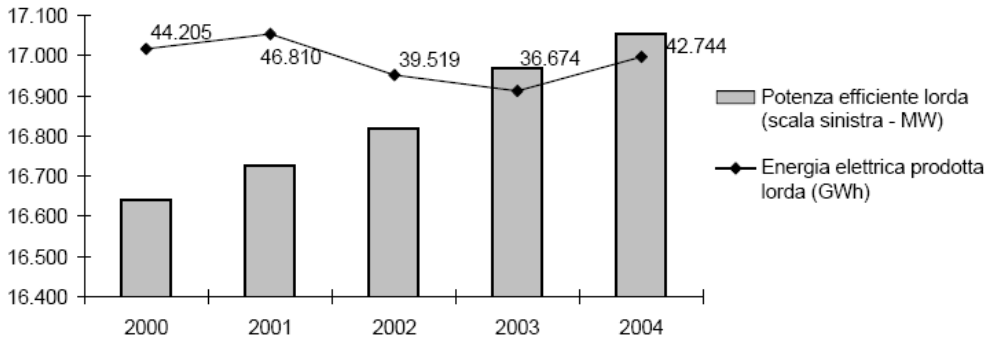
Di seguito viene analizzato il contributo per singola fonte

Idroelettrico

La risorsa idroelettrica rappresenta di gran lunga la più importante delle risorse energetiche interne. Le problematiche legato all'impatto ambientale degli impianti non possono consentire uno sviluppo del settore in termini di nuove installazioni, se non di piccola taglia, in particolare della tipologia ad acqua fluente (ovvero senza bacino di invaso).

La situazione italiana è riassunta nella figura successiva, nella quale è presa in considerazione soltanto l'energia idroelettrica da apporti naturali (escludendo la produzione da pompaggio). Nonostante l'incremento costante della potenza installata, la produzione di energia elettrica, negli ultimi cinque anni, è stata molto variabile per effetto delle diverse situazioni determinate dall'idricità.

Figura 26. Idroelettrico. Potenza installata ed energia prodotta in Italia. Anni 2000-2004

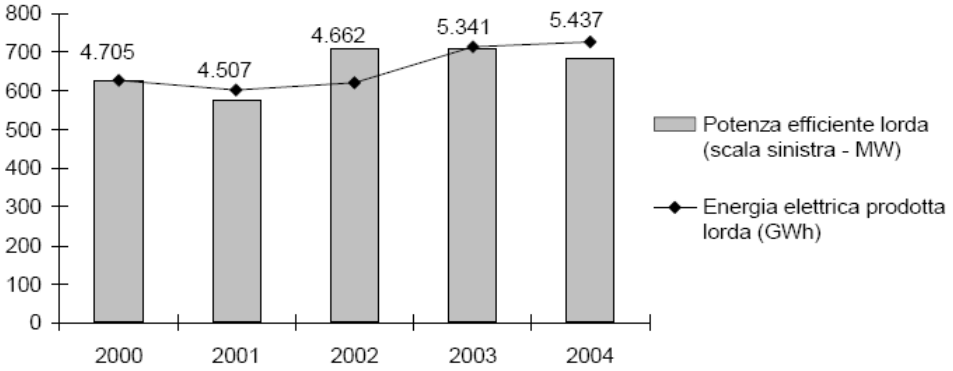


Fonte: ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

Geotermoelettrico

Per quanto riguarda la geotermia, si è registrato una contrazione dell'ultimo anno (2004) della potenza installata, ma da un continuo aumento dell'energia elettrica prodotta, come evidenziato nella figura successiva.

Figura 27. Geotermia. Potenza installata ed energia prodotta in Italia. Anni 2000-2004

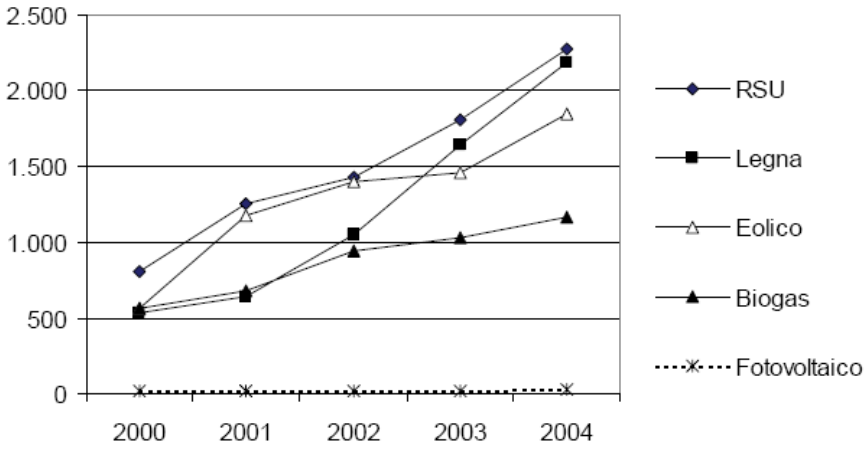


Fonte: ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

Altre

Per quanto riguarda le altre fonti rinnovabili, escluso idroelettrico e geotermico, la figura successiva mostra come, ad eccezione del solare fotovoltaico, tutte le altri fonti energetiche mostrano incrementi, seppur con andamenti piuttosto variabili nei cinque anni indagati.

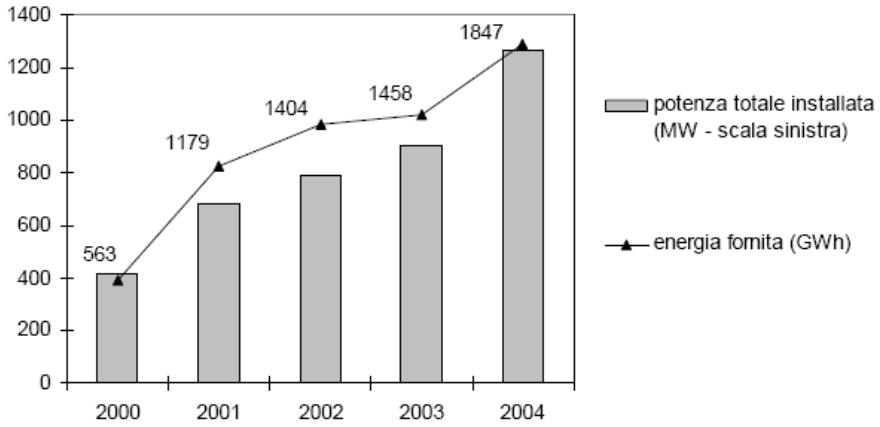
Figura 28. Energia elettrica da alcune fonti rinnovabili (GWh) in Italia. Anni 2000-2004



Fonte: ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

- ***Eolico***. Nella figura seguente viene mostrato l'andamento, in continua crescita, negli ultimi cinque anni della potenza installata e dell'energia prodotta, sebbene su valori ancora piuttosto bassi rispetto al resto dell'Europa.

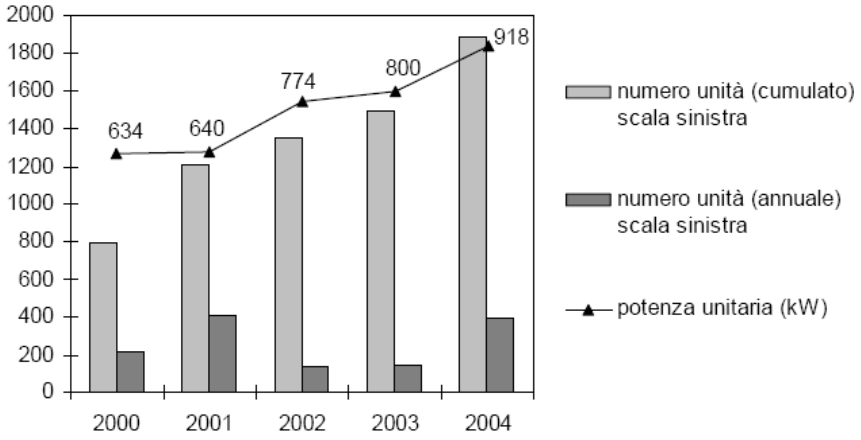
Figura 29. Eolico. Potenza installata ed energia prodotta in Italia. Anni 2000-2004



Fonte: ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

Risulta un notevole incremento del numero degli impianti e della potenza unitaria media.

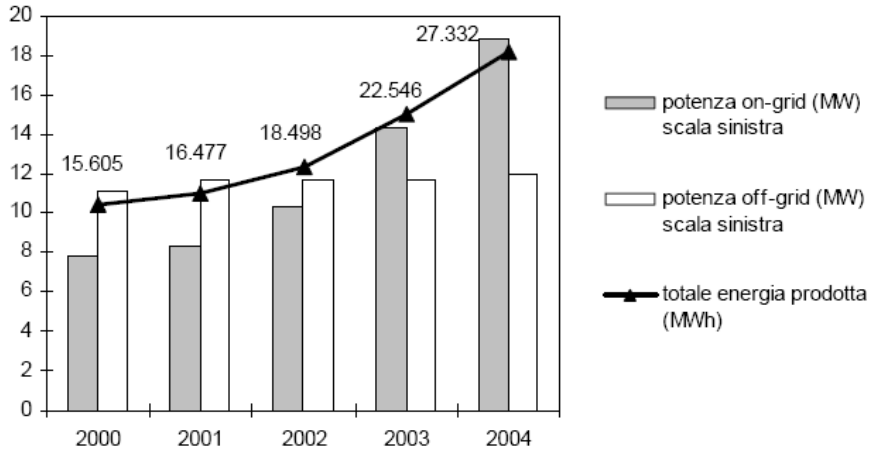
Figura 30. Eolico. Numero istallazioni e potenza media in Italia. Anni 2000-2004



Fonte: ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

- ***Solare fotovoltaico***. Nella figura che segue è riportato l'andamento delle potenze installate per tipologia di impianto (on grid e stand-alone[12]) e dell'energia prodotta complessivamente nel nostro Paese negli ultimi cinque anni. Gli impianti non collegati alla rete (stand-alone) si sono attestati su una potenza totale inferiore a 12 MW, mentre quelli collegati (on-grid) mostrano una ripresa soprattutto grazie al sostegno previsto dal programma "Tetti fotovoltaici" del Ministero per l'Ambiente

Figura 31. Solare fotovoltaico. Potenza installata ed energia prodotta in Italia. Anni 2000-2004



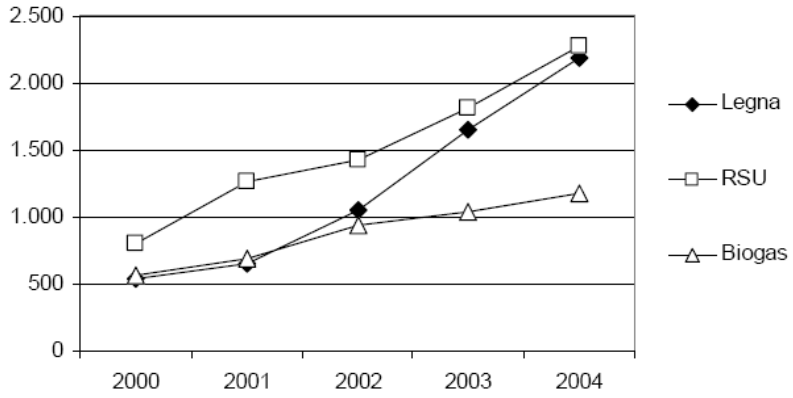
Fonte: ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

- ***Energia elettrica da biomassa, biogas e RSU***. La produzione di energia elettrica da biomassa avviene quasi esclusivamente secondo le seguenti modalità:
  - termovalorizzazione di rifiuti solidi urbani;
  - combustione di biomasse legnose in impianti collegati alla rete;
  - utilizzo di biogas in impianti collegati alla rete (per oltre l'88% deriva da discarica).

  La figura seguente descrive l'andamento registrato negli ultimi cinque anni della produzione di energia elettrica dalla biomassa, da biogas e da RSU. Il 2004 segna un aumento medio superiore al 20% per tutte e tre le tipologie rispetto all'anno precedente.

[12] On grid sono gli impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica nazionale, stand-alone sono gli impianti indipendenti.

Figura 32. Produzione energia elettrica da biomassa, biogas e RSU (GWh) in Italia. Anni 2000-2004



Fonte: ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

CALORE[13]

Analizzando la produzione di calore da fonti rinnovabili si possono stimare nel 2004, oltre 59.000 TJ negli impianti industriali (legna e assimilati compreso calore da cogenerazione) e in 58.000 TJ nel settore civile (legna da ardere e teleriscaldamento a biomasse), come evidenziato nella figura successiva

Il dato relativo al settore civile risulta sottostimato in quanto tiene conto esclusivamente della biomassa legnosa commercializzata e rilevata dalle statistiche nazionali[14].

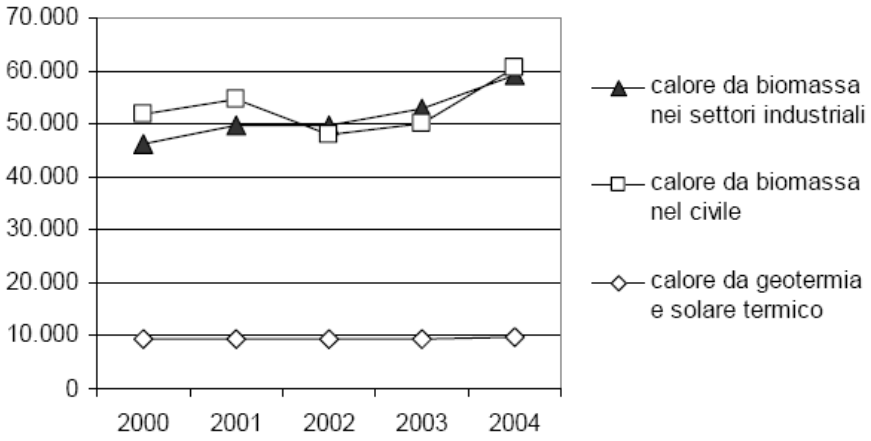
Più limitati risultano le produzione di calore da utilizzo diretto dell'energia geotermica (circa 9.000 TJ), e del solare termico (circa 800 TJ nel 2004), uno dei valori più bassi nei Paesi dell'Unione Europea[15].

[13] I dati relativi a questo paragrafo sono il risultato di stime

[14] Per farsi un'idea del potenziale termico determinato dalla legna da ardere basti pensare che da un'indagine statistica sulle famiglie italiane condotta per conto dell'ENEA nel 2002 ha indicato un consumo corrispondente a circa 14 Mt di legna da ardere di tipo non commerciale (corrispondenti a circa 150.000 TJ); una ulteriore indagine svolta a cura della Regione Lombardia indica per il 2004 un consumo da parte delle famiglie pari a circa 2 Mt (oltre il doppio di quanto rilevato nella stessa regione con l'Indagine ENEA del 2002).

[15] In Italia si stima che sono installati circa 8 m^2 di collettori solari ogni 1000 abitanti a fronte di valori intorno a 300 m^2 in Austria e in Grecia e una media di oltre 30 m^2 per abitante nei Paesi dell'UE15 (fonte: EurObserv'ER).

Figura 33. Produzione di calore da fonti rinnovabili (TJ) in Italia. Anni 2000-2004

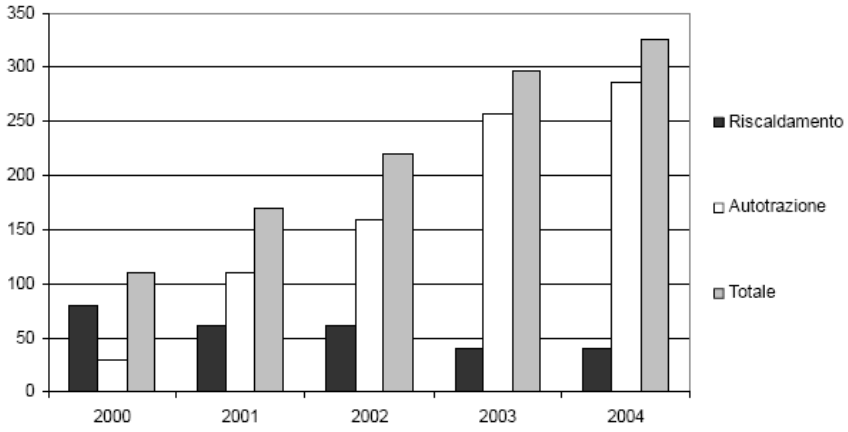


Fonte: ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

Biocombustibili.

Negli ultimi quattro anni si è registrato un continuo incremento della produzione di biocombustibili nonché una variazione di tendenza nell'utilizzo finale, dal pressoché totale uso per riscaldamento all'attuale utilizzo per autotrazione. La decisiva crescita del settore è legata all'abolizione di tutte le imposizioni fiscali sul biodiesel per riscaldamento e gli incentivi fiscali concessi per i combustibili da autotrazione.

Figura 34. Produzione lorda di biodiesel per finalità di utilizzo (migliaia di tonnellate). Anni 2000-2004



Fonte: ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

11 LE TECNOLOGIE

11.1 IMPIANTI EOLICI

L'energia eolica, che pure ha applicazioni fin dall'antichità, non è mai stata impiegata come forza motrice in applicazioni fisse nel nostro territorio, certamente perché era più facile utilizzare le risorse idriche di per se più che sufficienti per l'epoca.

Con lo svilupparsi di una maggiore sensibilità ambientale, e nel tentativo di dare un contributo più o meno significativo alla produzione di energia elettrica, gli impianti eolici, da qualche tempo, si stanno diffondendo sempre di più.

Fra tutte le energie rinnovabili, non tradizionali, l' energia eolica è l' unica che ha raggiunto una maturità industriale in termini tecnici ed economici è può cominciare a competere con le altre fonti di energia; vengono realizzati commercialmente macchine da pochi watt (300- 400) ad alcuni MW.

Gli sviluppi tecnologici che stanno incrementando l'efficienza degli aerogeneratori, insieme al superamento delle limitazioni dovute a infrastrutture e connessioni elettriche, all'inclusione dei costi ambientali nel prezzo dell'elettricità generata da fonti di energia convenzionali e alla sostituzione delle tecnologie di generazione meno efficienti, portano, infatti, a un aumento dell'energia eolica e della sua quota nella domanda nazionale di energia.

11.1.1 COMPOSIZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO

I generatori eolici, o aerogeneratori, convertono direttamente l'energia cinetica del vento in energia meccanica, la quale può essere utilizzata per il pompaggio, per usi industriali e, soprattutto, per la generazione di energia elettrica. La tipica configurazione di un aerogeneratore ad asse orizzontale è schematizzata nella figura.

Esistono anche generatori eolici ad asse verticale che non hanno problemi di allineamento con la direzione del vento, possono generare anche con basse velocità del vento e sono strutture piuttosto robuste; essi sono adatti soprattutto per impianti di taglia molto piccola per alimentare utenze isolate, magari accoppiati con sistemi di accumulo a batterie o integrati con impianti fotovoltaici; una tipica installazione potrebbe essere ad esempio l'alimentazione di un rifugio montano (rifugio Nello Conti sulla Tambura).

11.1.2 IL ROTORE

Il rotore è costituito da un mozzo su cui sono fissate le pale che possono ruotare ad una velocità superiore ai 200 chilometri orari. Le pale più utilizzate sono realizzate in fibra di vetro. I rotori a due pale sono meno costosi e girano a velocità più elevate. Sono però più rumorosi e vibrano di più di quelli a tre pale. Tra i due la resa energetica è quasi equivalente. Sono stati realizzati anche rotori con una sola pala, equilibrata da un contrappeso. A parità di condizioni, questi rotori sono ancor più veloci dei bipala, ma hanno rese energetiche leggermente inferiori.

Ci sono anche rotori con numerose pale, di solito 24, che vengono impiegati per l'azionamento diretto di macchine, come le pompe. Sono stati messi a punto dei rotori con pale "mobili".

Variando l'inclinazione delle pale al variare della velocità del vento è possibile mantenere costante la quantità di elettricità prodotta dall'aerogeneratore.

11.1.3 IL SISTEMA FRENANTE

È costituito da due sistemi indipendenti di arresto delle pale: un sistema di frenaggio aerodinamico e uno meccanico. Il primo viene utilizzato per controllare la potenza dell'aerogeneratore, come freno di emergenza in caso si sovravelocità del vento e per arrestare il rotore. Il secondo viene utilizzato per completare l'arresto del rotore e come freno di stazionamento.

11.1.4 LA TORRE E LE FONDAMENTA

La torre sostiene la navicella e il rotore, può essere a forma tubolare o a traliccio. In genere è costruita in legno, in cemento armato, in acciaio o con fibre sintetiche. La struttura dell'aerogeneratore per poter resistere alle oscillazioni ed alle vibrazioni causate dalla pressione del vento deve essere ancorata al terreno mediante fondamenta.

Le fondamenta molto spesso sono completamente interrate e costruite con cemento armato.

11.1.5 IL MOLTIPLICATORE DI GIRI

Il moltiplicatore di giri serve per trasformare la rotazione lenta delle pale in una rotazione più veloce in grado di far funzionare il generatore di elettricità. Il generatore trasforma l'energia meccanica in energia elettrica. La potenza del generatore viene indicata in chilowatt (kW).

11.1.6 IL SISTEMA DI CONTROLLO

Il funzionamento di un aerogeneratore è gestito da un sistema di controllo che svolge due diverse funzioni.

Gestisce, automaticamente e non, l'aerogeneratore nelle diverse operazioni di lavoro e aziona il dispositivo di sicurezza che blocca il funzionamento dell'aerogeneratore in caso di malfunzionamento e di sovraccarico dovuto ad eccessiva velocità del vento.

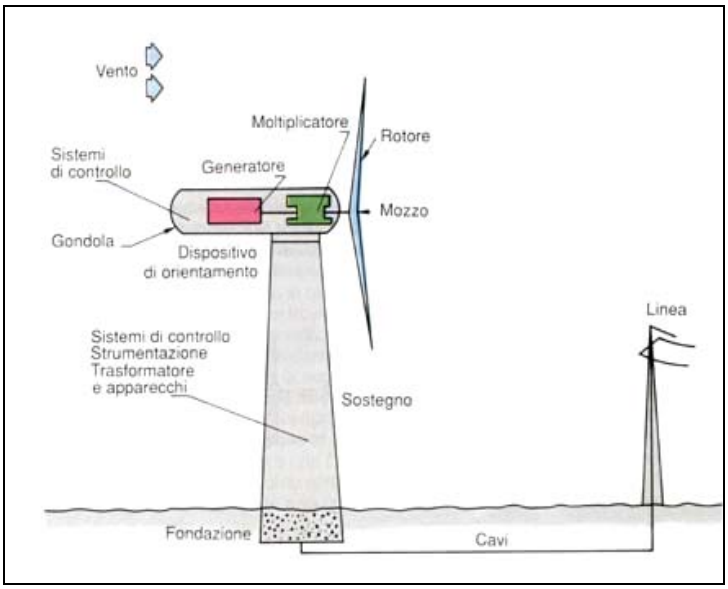
11.1.7 LA NAVICELLA E IL SISTEMA DI IMBARDATA

La navicella è una cabina in cui sono ubicati tutti i componenti di un aerogeneratore, ad eccezione, naturalmente, del rotore e del mozzo. La navicella è posizionata sulla cima della torre e può girare di 180° sul proprio asse. Per assicurare sempre il massimo rendimento dell'aerogeneratore è importante mantenere un allineamento più continuo possibile tra l'asse del rotore e la direzione del vento.

Negli aerogeneratori di media e grossa taglia, l'allineamento è garantito da un servomeccanismo, detto sistema di imbardata, mentre nei piccoli aerogeneratori è sufficiente l'impiego di una pinna direzionale.

Nel sistema di imbardata un sensore, la banderuola, indica lo scostamento dell'asse della direzione del vento e aziona un motore che riallinea la navicella.

Figura 35. Schema di aerogeneratore e di un impianto eolico



Esistono aerogeneratori diversi per forma e dimensione. Possono, infatti, avere una, due o tre pale di varie lunghezze: quelli con pale lunghe 50 centimetri vengono utilizzati come carica batterie, quelli con pale lunghe circa 30 metri, sono in grado di erogare una potenza di 1.500 kW, riuscendo a soddisfare il fabbisogno elettrico giornaliero di circa 1.000 famiglie.

Il tipo più diffuso è l'aerogeneratore di taglia media, alto oltre 50 metri, con due o tre pale lunghe circa 20 metri. Questo tipo di aerogeneratore è in grado di erogare una potenza di 500-600 kW e soddisfa il fabbisogno elettrico giornaliero di circa 500 famiglie.

Le macchine più piccole sono usate spesso sugli yacht per l'alimentazione dell'impianto elettrico di bordo, non costano molto e sono molto affidabili; possono essere adatte all'alimentazione di utenze domestiche dove le condizioni lo consentono, ma il loro funzionamento è ovviamente condizionato dalla disponibilità di vento o dalla disponibilità di un sistema di accumulo.

L'energia producibile da un aerogeneratore dipende dalla ventosità del sito (velocità media nell'anno) e dalle dimensioni della macchina.

È possibile produrre una macchina eolica che lavori con qualsiasi velocità del vento, ma essa sarà economica solo se la velocità media sarà almeno di 5 m/sec.

Individuato il sito economicamente valido è conveniente installare una macchina la più grande possibile al fine di massimizzare i benefici economici derivanti dalla produzione di energia, salvo l'esistenza di altre condizioni.

11.1.8 SCELTA DEL SITO E STUDIO ANEMOLOGICO

I problemi derivanti dall'installazione di un impianto eolico si possono riassumere sinteticamente e sono:

- impatto ambientale di tipo paesaggistico;
- rumorosità degli aerogeneratori per cui si raccomanda l'installazione ad almeno 300 m di distanza dalle case;
- presenza di altri aerogeneratori per i problemi di reciproca influenza;
- vicinanza di una linea elettrica in grado di ricevere l'energia prodotta al fine di minimizzare il costo di installazione degli impianti (una linea elettrica a MT può costare circa 50.000 Euro/km e quindi se la distanza del sito dalla rete è eccessiva i costi totali di installazione sono troppo elevati);
- ventosità media di almeno 5 m/sec da verificare mediante una accurata indagine anemologica;
- orografia del territorio che determina non solo la ventosità, ma anche la turbolenza con raffiche di vento pericolose per la struttura della macchina.

Il territorio massese mal si presta alla realizzazione di impianti eolici in quanto le montagne e i crinali hanno un profilo eccessivamente appuntito che favorisce le turbolenze per cui a fronte di una ventosità media relativamente bassa si possono avere turbolenze (raffiche molto forti e pericolose).

Si possono individuare alcuni siti, pochi in verità, suscettibili di essere adatti allo sfruttamento eolico, ma la certezza potrà esserci solo a valle di una indagine anemologica la cui durata varia da 8 a 12 mesi e che consentirà di stimare con sufficiente approssimazione la quantità di energia recuperabile e, di conseguenza, la validità tecnico economica dell'investimento.

Un esame più dettagliato del territorio, relativamente alla forma e posizione dei rilievi montani, loro esposizione al vento, alla loro ubicazione (vicinanza o lontananza dai centri abitati), consentirà di fare una selezione preliminare dei siti che, tuttavia, dovranno essere verificati successivamente con appropriate indagini anemologiche.

Come si evince dal Piano Energetico Comunale, per l'uso di Fonti Rinnovabili del Comune di Massa, del settembre 1999, potrebbero essere interessati all'eolico siti di estrazione del marmo, non raggiunti dalle linee elettriche, circa il 20% del totale delle attività estrattive in quota. Riteniamo identificabili n.2 Siti, uno, presso la Comunità della Brugiana, l'altro nel pontile di Marina di Massa con installazione di impianto di tipo dimostrativo.

Si possono aggiungere altri n. 2 siti, in zona Pian della Fioba e presso il rifugio Nello Conti installando una macchina ad asse verticale.

Non riteniamo conveniente l'installazione di aereogeneratori presso le cave se il sito non è economicamente conveniente; una cava richiede parecchia energia, è normalmente servita da energia elettrica, dove non lo è necessita di un generatore diesel per garantire la disponibilità di energia, l'impianto eolico potrebbe essere semplicemente più un integratore di energia.

Per ciascun punto controllato l'indagine anemologica dovrebbe costare indicativamente 2500-2800 Euro comprensiva di:

- installazione di un anemometro,
- raccolta dati sulla ventosità e sulla direzione prevalente del vento,
- analisi e presentazione dei dati raccolti,
- relazione finale con l'indicazione dell'energia recuperabile annualmente in funzione del tipo di macchina installata.

Individuato un sito adatto potrebbe essere installata una macchina di taglia modesta, 20-30 kW, al fine di verificare in campo la validità del sito e successivamente salire di taglia se si ritiene necessario sfruttare maggiormente il sito verificato.

La fisica di un impianto eolico

Le turbine eoliche – denominate aerogeneratori – utilizzano l'energia cinetica posseduta da un flusso d'aria di densità ρ che attraversa il rotore (costituito da pale e mozzo) dell'areogeneratore riducendo la sua velocità dal valore v indisturbato di fronte al rotore, ad un valore inferiore dopo il passaggio attraverso le pale.

La differenza di velocità della massa d'aria tra monte e valle del rotore si riflette, essendo costante la portata del fluido attraverso le pale, in una differenza nell'area occupata dalla massa d'aria, e misura proprio la quantità di energia cinetica che muove il rotore ed il connesso generatore elettrico.

La potenza estraibile da una turbina eolica può essere descritta dalla seguente equazione:

$$P = \frac{\rho}{2} C_P \eta A v^3$$

P= potenza espressa in Watt;

ρ= densità della massa d'aria espressa in kg/m^3;

C_P= coefficiente di potenza massimo di una turbina ideale ad asse orizzontale, pari a 16/27= 0,593;

η= efficienza meccanica ed elettrica della turbina;

A= area circolare spazzata dalle pale del rotore ed attraversata dalla massa d'aria espressa in m^2;

v= velocità della massa d'aria indisturbata, prima del passaggio attraverso le pale, espressa in m/s.

La potenza estraibile dalla risorsa vento per mezzo di un aerogeneratore cresce all'aumentare dell'area spazzata dalle pale (quindi all'aumentare della loro lunghezza), e della velocità del vento; dipende inoltre dalla densità dell'aria, funzione delle caratteristiche condizioni meteo del sito (temperatura, umidità,…).

11.2 MINI CENTRALI IDROELETTRICHE

Lo sfruttamento delle risorse idrauliche nella provincia di Massa Carrara ha origini antiche; dapprima per mezzo dei mulini ad acqua per la macinazione dei cereali e delle castagne (esempio i mulini Malaspina di Bagnone), successivamente come segherie per il marmo ed in ultimo come vere e proprie centrali idroelettriche, seppur di modesta entità.

Unico esempio di impianto idroelettrico di notevole interesse e potenza è rappresentato dalla centrale di Teglia, che ha una potenza complessiva di 40 MW e attinge acqua da tutti gli affluenti della riva destra del Magra.

Un altro esempio di notevole interesse è quello rappresentato dall'asta fluviale del Frigido, in cui si trova la centrale di Forno (che alimentava la Filanda), la Centrale del Cartaro (la prima centrale idroelettrica in Italia a corrente alternata) nonché un discreto numero di piccole centrali realizzate per fornire potenza motrice alle segherie di marmo.

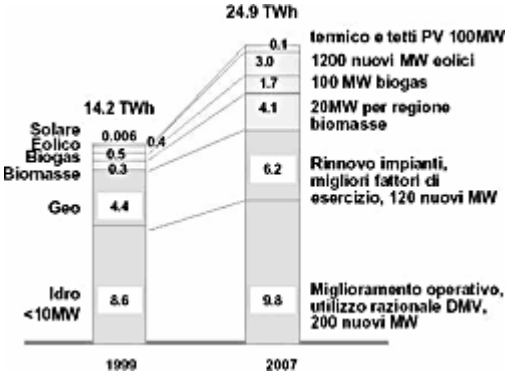
In epoche più recenti, con l'avvento delle grandi centrali termoelettriche (era del combustibile a buon mercato e di scarsa sensibilità ambientale), tutti gli impianti di taglia minore e molti canali di adduzione delle acque vennero dismessi.

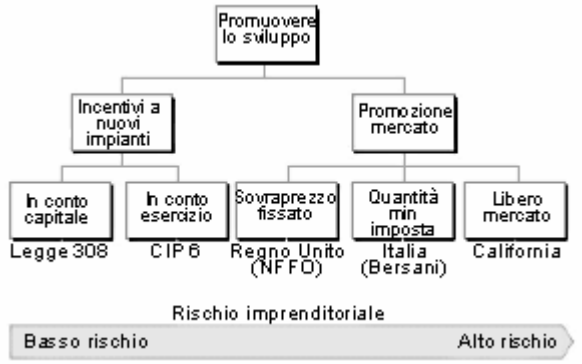
Da 10 anni a questa parte c'è stata un'inversione di tendenza: sono stati riavviati alcuni piccoli impianti idroelettrici e sono stati individuati nuovi siti suscettibili di essere sfruttati energeticamente; spesso tali progetti sono stati abbandonati o sospesi a causa delle difficoltà burocratiche, quali le sempre più impegnative richieste di documentazione da parete degli organi preposti alla concessione della derivazione e infine, dalla regolamentazione particolarmente severa che, se da un lato regolamenta giustamente i valori del rilascio minimo nel corso d'acqua (DVM), dall'altra impedisce la realizzazione di impianti grandi e piccoli in quasi tutto il territorio provinciale salvo le concessioni già assentite.

L'idroelettrico è, rispetto alle altre fonti rinnovabili, già arrivato ad un valore molto elevato di utilizzo delle risorse. I grandi impianti idroelettrici sono infatti oramai quasi tutti realizzati.

Le strade da percorrere nel futuro sono quelle dell'idroelettrico minore con piccoli impianti a servizio di utenze isolate che hanno la possibilità si sfruttare la risorsa idrica presente nelle loro vicinanze.

Secondo le analisi condotte da TONDI ed altri (1999) esistono quote significative di possibile crescita per gli impianti idraulici in Italia, e tali stime trovano conferma anche nelle valutazioni dell'ENEA (1998) secondo cui sarebbe possibile realizzare in Italia, entro il 2010, 850 MW di impianti idraulici (P < 10 MW), avendone messi in funzione per circa 311 MW entro il 2001 insieme a 450 MW di impianti di taglia superiore a 10 MW.





Nei paesi industrializzati sono oramai presenti i grandi impianti e l'ambito di sviluppo è quello del mini-idroelettrico. Invece in molti paesi in via di sviluppo la fonte idroelettrica può rappresentare un interessante fonte di approvigionamento energetico, sia attraverso impianti idroelettrici di grossa tagli che attraverso impianti mini-idroelettrici. L'Unione Europea ha come obiettivo di passare dagli attuali 9500 MW di potenza installata a 14.000 MW di portenza installata entro il 2010. A livello mondiale si stima un potenziale di circa 180.000 MW, a fronte degli attuali 47.000 MW installati.

11.2.1 MINI CENTRALI IDROELETTRICHE NELLA PROVINCIA E ZONE LIMITROFE

Sono numerose le iniziative in atto che ancora non hanno avuto un esito definitivo.

Diamo di seguito un elenco di centrali, nel territorio della Lunigiana e zone limitrofe, di cui è in corso la pratica per l'ottenimento della concessione di derivazione dell'acqua, di quelle la cui concessione è stata negata, e dei siti che potrebbero essere ancora vagliati; fra parentesi sono riportate le producibilità elettriche attese relative ai vari impianti:

- Centrale della Chiesaccia (Pontremoli, 5.000.000 KWh/anno)
- Guinadi/Verde (5-6.000.000)
- Corlaga 2 (sul Torrente Bagnone 1.000.000, respinta)
- Torrente Verdesina (1.000.000)
- Enel Cardoso (900.000)
- Pracchiola (Pontremoli 600.000, respinta)
- Forno Comune di Massa (1.500.000)
- Centrali di Fiori e Tognoni (Sarzana Enel Greenpower, 5.000.000)

A questi impianti possono essere aggiunti quelli realizzabili in siti individuati come potenzialmente appetibili, ma per i quali non è stata avviata nessuna iniziativa.

11.2.2 INDIVIDUAZIONE E LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

Diamo anche una descrizione degli impianti possibili sui nostri fiumi, in particolare sul Frigido, in cui particolarmente interessante appare lo sfruttamento a fini idroelettrici di numerose piccole opere che sostanzialmente sono le stesse individuate a suo tempo per la realizzazione di mulini o segherie di marmo.

Le segherie hanno di fatto abbandonato le gore realizzate per l'alimentazione delle segherie come forza motrice; anche se qualcuno le usa ancora per l'adduzione dell'acqua di lavaggio dei telai, in quantità peraltro modesta.

Seguendo l'asta fluviale del Frigido scendendo da Forno si incontra un insediamento produttivo con potenza modesta, ma che con piccoli aggiustamenti della gora (sgrigliatore e pulizia) e con una riprofilatura della briglia può essere rimessa rapidamente in funzione (potenza dell'ordine di 20-30 kW); poco sotto esiste una seconda briglia, peraltro da ripristinare, di altezza tale da consentire la realizzazione di un secondo impianto idroelettrico avente sostanzialmente la stessa potenza; se realizzato insieme alla centralina sopra citata si potrebbe utilizzare il fabbricato esistente, o parte di esso, per l'installazione dei quadri elettrici o di comando.

Scendendo lungo il corso d'acqua si incontrano due segherie e, in corrispondenza di esse, le relative briglie di captazione; è possibile realizzare piccoli impianti a ridosso di tali briglie, eventualmente ripristinando i canali o dotandoli di lunghi tubi di scarico per guadagnare dislivello.

Anche per tali impianti si possono stimare 20-30 kW di potenza (non conviene eccedere con la potenza poiché le conseguenti complicazioni dell'impianto relative a macchinario, quadristica, cabine di distribuzione in MT, etc. e lo scarso rendimento degli impianti più potenti nei lunghi periodi di siccità, rende non economico lo sfruttamento, l'aumento di producibilità non è proporzionale all'aumento di costo).

Scendendo ancora si trova un impianto significativo da cui potrebbe essere recuperata una discreta potenza; si tratta della ex Cartiera di Canevara, attualmente di proprietà dell'amministrazione comunale, questo sito dispone di un salto di oltre otto metri e, sfruttando tutta la portata del corso d'acqua, potrebbe avere una potenza max di circa 150 kW (eventualmente suddivisa in due gruppi); naturalmente è da valutare con attenzione la taglia giusta per l'impianto anche sulla base delle considerazioni sopra esposte.

Per questo sito, il canale di adduzione non è più efficiente, in quanto invaso dai detriti scaricati poco più a monte e dal piazzale di una segheria, ma è pur sempre possibile installare una tubazione di diametro adeguato.

Non è da trascurare il fatto che rispetto al periodo in cui sono state realizzate tali opere idrauliche molta acqua è stata captata per uso potabile per cui mancano alla corrente del fiume alcune centinaia di litri al secondo.

Il ripristino delle opere idrauliche e la realizzazione dell'impianto idroelettrico potrebbe essere l'occasione ideale per recuperare tutto il fabbricato che ormai versa in stato di abbandono e le cui strutture diventano via via più fatiscenti e pericolose e pertanto necessitano di un sostanzioso restauro.

Restando nell'ottica di recuperare le risorse energetiche rinnovabili del territorio massese è possibile immaginare un ulteriore e più qualificato utilizzo della fabbricato della cartiera con positivi risvolti di natura occupazionale e di miglioramento del territorio. Ci si riferisce alla possibilità di installare nella ex cartiera un centro di lavorazione del castagno, eventualmente gestito da una cooperativa di LSU, in cui far confluire il legname raccolto nei boschi circostanti secondo un piano di coltivazione studiato ad hoc; si otterrebbero numerosi vantaggi.

Sistemazione dei boschi da troppo tempo ormai in abbandono con conseguente inselvatichimento delle piante; eventuale possibilità di promuovere il recupero del bosco e tutta la filiera del castagno compresa la produzione di prodotti caratteristici della zona ed eventualmente qualche marchio IGP.

L'eccessiva crescita delle piante le rende vulnerabili all'azione del vento, possono cadere improvvisamente e causano lo smottamento del terreno in particolare dove la pendice è molto ripida e lo strato di terreno vegetale è minimo. Soprattutto durante i primi temporali autunnali e in corrispondenza degli argini del fiume questo pericolo si manifesta in tutta la sua potenzialità, non si dimentichi quanto è successo a Cardoso e, più recentemente a Carrara dove ad enfatizzare i problemi dell'alluvione hanno contribuito le piante trascinate dal fiume Carrione.

Miglioramento del territorio dal punto di vista turistico e ambientale. La cura dei boschi comporta inevitabilmente la pulizia di molti sentieri esistenti e non più praticati, riduce il pericolo di incendi e rende nuovamente fruibile alla popolazione vaste zone di territori attualmente impraticabili.

Valorizzazione di un patrimonio boschivo inutilizzato, la semplice raccolta delle piante cadute, del legname derivante dalla potatura o scapitozzatura delle stesse, consente il recupero di una notevole quantità di biomassa dalla quale è possibile recuperare un combustibile alternativo sotto forma di cippato (schegge di legno) o pellets (segatura compressa) facilmente piazzabile sul mercato per l'alimentazione delle moderne stufe a legna (attualmente di gran moda). In alternativa, il biocombustibile prodotto potrebbe essere utilizzato direttamente in un piccolo impianto per la produzione di energia elettrica; se la potenzialità di un tale impianto fosse tale da consumare esattamente quanto viene dalla pulizia dei boschi il ciclo non si esaurirebbe mai.

Benefici sociali e occupazionali. Sono evidenti e possono essere ulteriormente sviluppati se si ipotizza la possibilità di avviare una produzione, per quanto possibile, di legname semilavorato quale tavolame, travi o travicelli di castagno che troverebbero sicuro impiego in molti interventi di restauro degli edifici.

Non è da escludere infine la possibilità di installare un mulino per la produzione di farina di castagne; si fa presente che ormai forse non esiste più alcun mulino nel comune di Massa.

Un progetto ben articolato potrebbe avere anche finanziamenti comunitari o regionali per la sua realizzazione e quindi non risultare molto oneroso qualora l'amministrazione comunale volesse promuovere l'iniziativa.

Un altro impianto di notevole interesse ai fini energetici si trova più a valle, poco sotto l'abitato di Canevara esiste quanto rimane di una grossa segheria di marmo; in esso sono ancora efficienti sia l'opera di presa che i canali, e forse anche le macchine; date le dimensioni dell'insediamento sicuramente anche la potenza recuperabile dal salto potrebbe essere notevole.

È un impianto di proprietà e difficilmente sarà disponibile, a meno di non sfruttare le opere di presa e realizzare un impianto di produzione idroelettrica distinto dall'insediamento esistente.

Oltre all'asta principale del Frigido, esiste anche la possibilità di utilizzare l'acqua di alcuni affluenti.

Tale possibilità è già stata in parte sfruttata con il ripristino di una centralina che utilizza un salto di 110 metri, è peraltro possibile realizzare, più a monte, un ulteriore salto di 100 metri circa e scaricare a ridosso dell'opera di presa della centralina esistente.

In teoria è possibile anche unificare le due centrali realizzando un'unica centrale di potenza rilevante (400–500 kW).

In tal caso sarebbe opportuno realizzare un bacino di carico di adeguata capacità al fine di aumentare notevolmente la producibilità della centrale e la qualità dell'energia prodotta.

Si realizzerebbe così una riserva strategica di acqua da utilizzare come vasca antincendio nonché (eventualmente con opportuni trattamenti) per l'acquedotto nei periodi di siccità che si prospettano sempre più frequenti e lunghi.

Più a valle si trova un grosso canale di irrigazione sul quale possono essere installati diversi impianti di discreta producibilità.

Il primo, per cui è in corso una pratica per la realizzazione di un impianto idroelettrico, ha una potenzialità dell'ordine di 30 kW.

Anche per altri due impianti simili siti più a valle si stima la stessa potenzialità di 25 – 30 kW, mentre un insediamento esistente, ma non più attivo, si parla della cartiera di Massa vicino al borgo del Ponte, è equipaggiato con una turbina da 20 kW.

Ultimo sito sfruttabile, ma non meno importante, è in via dei margini, all'altezza del ponte sulla via della Foce, esso ha un salto geodetico di 22 m, con una disponibilità di acqua di circa 900 litri (anche se non costanti), con una potenza recuperabile dell'ordine di 100 – 150 kW.

11.2.3 REALIZZAZIONI

Per la realizzazione di tali centrali si potrebbe sviluppare un progetto standard di riferimento, possibilmente modulare, per consentire una rapida esecuzione dei lavori ad un costo modesto degli impianti (basse potenze, macchine seriali come pompe per basse prevalenze ed allacciamenti in bassa tensione), pur non sacrificandone l'efficienza.

La durata di questa fase non è valutabile a priori, ma se non ci fossero intoppi burocratici, evitando di richiedere costose e ridondanti valutazioni di impatto ambientale, trattandosi sostanzialmente del recupero di opere esistenti, potrebbe esaurirsi nel giro di pochi anni (2 o 3).

È importante far rilevare che alcuni di questi siti produttivi si trovano in zone suggestive o di interesse culturale (archeologia industriale) e potrebbero essere inseriti in percorsi che valorizzerebbero, in un ragionamento complessivo, i vecchi mulini e gli insediamenti che hanno storicamente trovato la loro ragion d'essere nell'utilizzo della forza idraulica.

Un altro campo potenzialmente interessante dal punto di vista del recupero energetico potrebbe essere l'utilizzo idroelettrico delle acque di scarico dai depuratori; in questo caso la portata è notevole, ma il salto è decisamente limitato con una accentuata complessità dei macchinari e degli impianti.

Certamente il rendimento economico dell'operazione andrebbe valutato in maniera più approfondita.

Un utilizzo più promettente è quello realizzato producendo energia dall'acqua che scorre nelle condotte dell'acquedotto, anche se, in questo caso, la complessità dell'operazione lascia qualche perplessità.

Si evidenzia che, sia nel caso del recupero di energia dallo scarico dei depuratori, che dalle condotte acquedottistiche, verrebbero coinvolti altri organismi o Enti di gestione con complicazioni burocratico-amministrative che appaiono molto più limitate nel caso di utilizzo di centrali idroelettriche di superficie.

Una indagine più accurata in termini di siti, salti disponibili, potenze e producibilità recuperabili, previsione delle opere necessarie e dei costi prevedibili può essere realizzata se viene evidenziato l'effettivo interesse da parte degli enti preposti alla promozione e alla realizzazione dei piccoli impianti idroelettrici.

11.2.4 COMPOSIZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO

Al fine di chiarire quali sono le difficoltà a cui si va incontro al momento in cui ci si accinge a realizzare un impianto idroelettrico, seppure di modeste dimensioni, ricordiamo quali sono i componenti fondamentali di un impianto:

- Opera di presa, costituita essenzialmente di una briglia di sbarramento capace di deviare tutta o parte dell'acqua del fiume in un canale.

- Vasca dissabbiatrice per la separazione dei detriti trascinati dal fiume.
- Eventuale canale di adduzione dell'acqua.
- Griglia completa di dispositivo per la rimozione delle foglie che altrimenti impedirebbero il flusso dell'acqua o comprometterebbero il funzionamento della turbina.
- Vasca di carico da cui si diparte la condotta forzata.
- Condotta forzata, negli impianti con forte dislivello la condotta può essere molto lunga e comporta notevoli problemi di attraversamento dei terreni e di conseguenza di espropri.
- Centrale idroelettrica vera e propria costituita a sua volta da un fabbricato contenente il macchinario elettromeccanico (turbina, alternatore, trasformatore, quadri di controllo, quadri di potenza etc.).

Per quanto riguarda la turbina idraulica si ricorda che ne esistono di numerosi tipi ciascuno dei quali adatto a lavorare in un certo campo di portate e prevalenze (salti), è uno dei componenti più costosi dell'impianto e la sua scelta determina pesantemente la producibilità, la regolarità di funzionamento e l'affidabilità dell'impianto, in poche parole il successo dell'impresa.

11.2.5 ANALISI DELLE AUTORIZZAZIONI

Per completare la panoramica relativa alle possibilità di recupero energetico mediante la realizzazione di piccoli impianti di produzione elettrica diamo di seguito l'analisi delle autorizzazioni richieste per impianti di potenza superiore a 20 kW o che comunque determinano un certo impatto di carattere ambientale, al corso d'acqua o al territorio.

- ❖ Domanda di concessione per la derivazione di acque pubbliche a scopo idroelettrico; la domanda va indirizzata alla provincia di competenza e deve essere corredata di tutta la documentazione richiesta dalla provincia e da un progetto illustrativo dell'impianto.
- ❖ Presentazione di una copia del progetto alla sovrintendenza per i Beni Ambientali qualora l'impianto venga installato in una zona soggetta a vincoli ambientali.
- ❖ Comunicazione dell'intento di realizzare un impianto idroelettrico all'UTF (Ufficio Tecnico di Finanza), all'ente elettrico distributore, al ministero dell'industria commercio artigianato.
- ❖ Domanda al Corpo Forestale dello Stato se il progetto prevede lavori che interferiscono in aree di competenza dello stesso.
- ❖ Domanda di rilascio di concessione edilizia da parte del comune di competenza.
- ❖ Realizzato l'impianto dovrà essere istruita la pratica per la denuncia di officina elettrica all'UTF e infine il collaudo dell'impianto, dopo di che si può cominciare a produrre energia.

Qualora l'impianto abbia una potenza inferiore a 20 kW non vengono richiesti gli adempimenti di tipo fiscale.

Prima di intraprendere l'impresa di realizzare un impianto idroelettrico, anche se piccolo, occorre valutare la potenza che tale impianto può erogare e soprattutto la producibilità elettrica annua che determinerà la redditività dell'impianto e di conseguenza il successo dell'impresa.

La potenza elettrica di un impianto idroelettrico si calcola moltiplicando il salto, espresso in metri, per la portata di acqua, espressa in litri/secondo, e dividendo il risultato per 102, il risultato da i kW di potenza teorica recuperabili dall'impianto; tenendo conto dei rendimenti meccanici ed elettrici si può calcolare la potenza effettiva.

La portata del corso d'acqua può essere misurata mediante un'opportuna campagna di misura oppure rifacendosi ai dati dell'istituto idrografico di competenza del bacino a cui appartiene il corso d'acqua. In mancanza di dati diretti è possibile stimare la portata per riparametrazione dei dati rilevati da una stazione idrometrica posta nelle vicinanze o nello stesso bacino.

Dai dati idrometrici si può calcolare la curva di durata delle portate e quindi la produzione elettrica annuale che si può presumere di ottenere.

Nel paragrafo successivo si riporta un esempio di calcolo relativo ad un sito per cui è in corso la richiesta di concessione.

11.2.6 ESEMPIO DI CALCOLO

Per la generazione dell'energia idroelettrica verrà utilizzata al massimo possibile la portata di X nel punto in cui sorgerà l'opera di presa tenendo presente che una parte dell'acqua disponibile dovrà, anche nel periodi di massima siccità, essere lasciata fluire nell'alveo del torrente X al fine di non comprometterne in alcun caso le caratteristiche biologiche.

Per la generazione dell'energia idroelettrica verrà utilizzata al massimo possibile la portata di X Non esistono rilevazioni dirette e sistematiche delle sorgenti di X, ma da informazioni raccolte fra gli abitanti del luogo si può contare su di una portata abbastanza consistente per un periodo sufficientemente lungo di tempo nell'anno.

Il bacino idrografico su cui insiste è per la verità molto piccolo, circa 1.2 Km^2, ma probabilmente X riceve acqua dai bacini limitrofi attraversa fenditure sotterranee.

Facendo la considerazione (abbastanza ragionevole e cautelativa) che le portate delle sorgenti nei pressi di Y siano proporzionali, in funzione dei rapporti delle superfici dei bacini su cui insistono, all'andamento delle portate del fiume Magra rilevate a Z che è la stazione idrografica più vicina, possiamo correggere la tabella delle portate moltiplicando i valori riportati per un fattore 1,2/77 pari al rapporto delle superfici.

- **Portata media di concessione**

Nell'ottica di contenere la potenza della macchina a 30 kW elettrici, utilizzando un salto di 172 m, ipotizzando un rendimento complessivo del 75 %, si può calcolare la portata massima assorbibile dalla turbina e conseguentemente la portata massima derivabile dal canale.

Portata (litri sec) = Potenza (kW) x 102 : salto (m) : rendimento = 30 x 102 :172 :0,75 = 23,72 litri/sec

E' su questo valore di portata massima derivabile che verranno effettuati i calcoli di producibilità annuale e di conseguenza il valore di portata media di concessione. Di seguito vengono riportati le tabelle di durata delle portate.

Figura 36. "Durata delle portate": curva di durata delle portate sul canale X a Z, dati desunti dalla curva di durata delle portate rilevata a Y

GIORNI	LITRI/SEC A Y	LITRI/SEC A Z	POTENZA GENERABILE	ENERGIA GENERABILE
	77 KM^2	1,2 KM^2	KW	KWH
0				
10	128000	199,48	30	7.200,00
30	7310	113,92	30	14.400,00
60	4590	71,53	30	21.600,00
91	3360	52,36	30	22.320,00
135	2350	36,62	30	31.680,00
182	1640	25,56	30	33.840,00
274	740	11,53	14,59	32.204,08
355	320	4,99	6,31	12.261,01
365	280	4,36	5,52	1.324,49
			Totale kWh	**176.829,58**

Nella prima colonna sono riportati i giorni di durata. Nella seconda colonna le portate rilevate a Y negli anni 1934-1935 dove vengono raccolti i deflussi di 77 km^2. Nella terza colonna le portate stimate a Z dove la briglia installata sul Canale X insiste su un bacino di 1,2 Km^2. Nella quarta colonna sono riportate le potenze massime ottenibili in funzione dei giorni. Nella quinta colonna le produzioni elettriche corrispondenti. In fondo alla tabella è riportata la produzione annua prevedibile. Considerando che in un anno ci sono 8760 ore possiamo calcolare la potenza media e quindi la portata media di derivazione.

Potenza media = 176829 : 8760 = 20,18 kW corrispondenti ad una portata di acqua pari a:

Portata = 20,18 x 102 : 172 : 0,75 = 15,96 litri/sec.

11.3 IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Sicuramente la più affascinante di tutte, l'energia solare non è facile da catturare se non in quantità spesso insufficienti rispetto ai bisogni.

Buoni risultati sono stati ottenuti con il solare termico, ma il valore dell'energia termica a bassa temperatura è molto modesto e le applicazioni finora realizzate si limitano ai sistemi di produzione di acqua sanitaria per i quali sono stati raggiunti i migliori risultati e numerose sono state le installazioni negli anni passati.

Differente è la questione per quanto riguarda il solare fotovoltaico perché pur potendo disporre di impianti semplici ed affidabili, l'energia elettrica recuperata ha ancora oggi un costo eccessivo a causa dei costi di installazione che rendono inappetibili impianti di questo tipo nonostante i consistenti contributi da parte dei vari enti pubblici.

Anche per i prossimi anni il costo all'utenza degli impianti rimarrà alto anche a fronte di eventuali nuove tecnologie per la produzione dei pannelli in quanto, scendendo il costo dei pannelli, scenderà di conseguenza anche il contributo per la loro realizzazione.

Essi risultano tuttavia convenienti per l'alimentazione di utenze isolate per le quali il costo della linea elettrica supera il costo dell'impianto fotovoltaico.

Nonostante la non ancora completa maturità commerciale degli impianti fotovoltaici, non significa che essi non abbiano già la possibilità di essere installati con vantaggi economici laddove si verifichino condizioni particolarmente favorevoli.

L'amministrazione comunale può svolgere un ruolo determinante nella promozione della installazione degli impianti fotovoltaici realizzandone alcuni negli edifici di sua proprietà per i quali le condizioni di esposizione dei tetti sono vantaggiose, ma soprattutto curando la realizzazione di un progetto unificato per la installazione di un modulo impiantistico da ripetere, senza sostanziali modifiche, laddove può convenire.

Si suggerisce la realizzazione di due progetti standard, il primo della potenza di 3 kW monofase e il secondo della potenza di 5 kW trifase; tali progetti, oltre ad essere utilizzati dall'amministrazione comunale, potrebbero essere adottati da tutti gli altri potenziali utenti interessati alla produzione di energia fotovoltaica, ad esempio alberghi, stabilimenti balneari, scuole, edifici pubblici etc.

Altri interventi, inerenti il regolamento edilizio o altre iniziative di carattere promozionale, potrebbero rivelarsi determinanti nella diffusione degli impianti fotovoltaici.

Gli impianti fotovoltaici sono sistemi in grado di captare e trasformare l'energia solare in energia elettrica.

Fondamentalmente sono classificabili in:

- Impianti isolati (stand-alone), nei quali l'energia prodotta alimenta direttamente un carico elettrico e, per la parte in eccedenza, viene generalmente accumulata in apposite batterie di accumulatori, che la rendono disponibile all'utenza nelle ore in cui manca l'insolazione.
- Impianti connessi ad una rete elettrica di distribuzione (grid-connected): l'energia viene convertita in corrente elettrica alternata per alimentare il carico/utente e/o immessa in rete, con la quale lavora in regime di interscambio.

Le caratteristiche degli impianti fotovoltaici si possono così riassumere:

- Sono modulari: si può facilmente dimensionare il sistema sfruttando il giusto numero di moduli.
- Per il loro uso non richiedono combustibile, né riparazioni complicate.
- Non richiedono manutenzione: è sostanzialmente riconducibile a quella degli impianti elettrici consistente nella verifica annuale dell'isolamento e della continuità elettrica. Inoltre i moduli sono praticamente inattaccabili dagli agenti atmosferici e si puliscono automaticamente con le piogge, come dimostrato da esperienze in campo e in laboratorio.
- Funzionamento automatico: non richiedono alcun intervento per l'esercizio dell'impianto.
- Hanno positive implicazioni sociali: per esempio, l'illuminazione di una scuola in una zona rurale permette un'educazione serale e attività comunitarie; l'alimentazione di frigoriferi aiuta l'efficacia dei programmi di immunizzazione alle malattie endemiche.
- Sono molto affidabili: l'esperienza sul campo ha dimostrato una maggiore affidabilità rispetto ai generatori diesel e a quelli eolici.
- Hanno una elevata durata di vita: le prestazioni degradano di poco o niente dopo venti anni di attività.
- Consentono l'utilizzo di superficie marginali o altrimenti inutilizzabili.
- Sono economicamente interessanti per le utenze isolate.
  - Non causano inquinamento ambientale:
  - Chimicamente non producono emissioni, residui o scorie
  - Dal punto di vista termico le temperature massime in gioco raggiungono valori non superiori a 60°C.
- Non producono rumori.
- Risparmio di combustibile:
  - Si può valutare ragionevolmente in 25 anni la vita utile di un impianto; il che significa che esso, supponendo un pay-back time dell'impianto pari a 5 anni e una producibilità annua di 1300 kWh, nell'arco della sua vita efficace produrrà mediamente 1300*(25-5) = 26000 kWh per ogni kW installato. Dato che per ogni kWh elettrico al contatore dell'utente occorre bruciare circa 0,25 kg di combustibili fossili, ne risulta che ogni kW di fotovoltaico installato produrrà durante la sua vita quanto si consuma nelle centrali convenzionali "bruciando" 26000 * 0,25 = 6500 kg di combustibili fossili.

L'impatto sul territorio è minimo, infatti per rendersi conto delle potenzialità energetiche e dell'impegno di territorio legati ad una centrale di potenza, si consideri che l'area occupata da un sistema fotovoltaico di potenza pari a 1000kW (cioè un MW, che produce circa 1300 MWh/anno e che rappresenta, all'incirca la potenza sufficiente a soddisfare le esigenze elettriche di 650 famiglie) è di circa 2 ettari, dove l'impegno di territorio è dovuto per il 50% alle aree occupate dai moduli e dalle parti del sistema, per l'altro 50% alle aree di "rispetto", di fatto libere ma necessarie per evitare l'ombreggiamento.

Inoltre occorre ricordare che gli impianti non richiedono per la loro installazione opere fisse e che possono essere installati o integrati nelle strutture edilizie esistenti.

Di seguito verranno definite le caratteristiche impiantistiche con apposita specifica tecnica e le opportune definizioni e disposizioni legislative.

11.3.1 SCOPO

Lo scopo della specifica tecnica è quello di fornire le indicazioni di massima e di normativa da rispettare per la realizzazione , nell'ambito del Programma "Tetti fotovoltaici", di impianti fotovoltaici con potenza nominale non inferiore ad 1 kW e non superiore a 20kW, destinati ad operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione e connessi alla rete di utente, a valle del dispositivo generale.

11.3.2 DEFINIZIONI

- Un impianto fotovoltaico è un sistema di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della luce, cioè della radiazione solare, in elettricità (effetto fotovoltaico); esso è costituito dal generatore fotovoltaico e dal gruppo di conversione.
- Il generatore fotovoltaico dell'impianto è l'insieme dei moduli fotovoltaici, collegati in serie/parallelo per ottenere la tensione/corrente desiderata.
- La potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del generatore fotovoltaico è la potenza determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massima, o di picco, o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate nelle condizioni standard di riferimento.
- Il gruppo di conversione è l'apparecchiatura elettronica che converte la corrente continua (fornita dal generatore fotovoltaico) in corrente alternata per la connessione alla rete.
- Il distributore è il soggetto che presta il servizio di distribuzione e vendita dell'energia elettrica agli utenti.
- L'utente è la persona fisica o giuridica titolare di un contratto di fornitura dell'energia elettrica.

11.3.3 DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE

La potenza nominale dell'impianto fotovoltaico deve essere tale che la quantità di energia elettrica da esso producibile su base annua (in corrente alternata) sia inferiore a quella fornita dal Distributore all'utente (mediante il contratto di fornitura dell'energia elettrica), calcolata sulla media degli ultimi tre anni. Nel caso di nuove utenze, si potrà fare riferimento al consumo annuale presunto di energia elettrica.

La quantità di energia elettrica producibile deve essere calcolata, comunque, sulla base di dati radiometrici di cui alla citata norma UNI 10349 e assumendo come efficienza operativa media annuale dell'impianto il 75% dell'efficienza nominale del generatore fotovoltaico.

L'efficienza nominale del generatore fotovoltaico è numericamente data, in pratica, dal rapporto tra la potenza nominale del generatore stesso (espressa in kW) e la relativa superficie (espressa in m^2 e intesa come somma della superficie dei moduli).

Qualora le condizioni impiantistiche e di uso dell'impianto fotovoltaico siano tali che possa essere trasferita in rete una potenza maggiore di quella impegnata dal contratto di fornitura, sarà necessario adeguare la suddetta potenza impegnata.

Inoltre l'impianto deve essere progettato per avere:

- Una potenza lato corrente continua superiore all'85% della potenza nominale del generatore fotovoltaico, riferita alle particolari condizioni di irraggiamento.
- Una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 90% della potenza latto corrente continua (efficienza del gruppo di conversione).

Pertanto bisogna ottenere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle particolari condizioni di irraggiamento.

L'impianto deve godere di una garanzia non inferiore a due anni a far data dal collaudo dell'impianto stesso, mentre i moduli fotovoltaici devono godere di una garanzia non inferiore a 12 anni.

11.3.4 CARATTERISTICHE MASSIME DELL'IMPIANTO

Il generatore fotovoltaico deve essere ottenuto collegando in parallelo un numero opportuno di stringhe. Ciascuna stringa, sezionabile e provvista di diodi di blocco, deve essere costituita dalla serie di singoli moduli fotovoltaici.

Ciascun modulo deve essere provvisto di diodi di by-pass.

Il parallelo delle stringhe deve essere provvisto di protezioni contro le sovratensioni e di idoneo sezionatore per il collegamento al gruppo di conversione.

Il generatore fotovoltaico dovrebbe, preferibilmente, essere gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

Il gruppo di conversione deve essere idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete.

Il gruppo di conversione, dovrebbe, preferibilmente, essere basato su inverter a commutazione forzata, con tecnica PWM.

Il collegamento del gruppo di conversione alla rete elettrica deve essere effettuato a valle del dispositivo generale della rete di utente.

11.3.5 VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

La verifica tecnico-funzionale dell'impianto consiste nel verificare:

- La continuità elettrica e le connessioni tra moduli
- La messa a terra di masse e scaricatori
- L'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse
- Il corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc).
- La condizione: Pcc > 0.85 Pnom * I/ISTC
- La condizione Pca > 0.90 Pcc
- La condizione: Pca > 0.75 Pnom * I/ISTC.

Le verifiche di cui sopra dovranno essere effettuate, a lavori ultimati, dall'installatore dell'impianto, che dovrà essere in possesso di tutti i requisiti previsti dalle leggi in materia e dovrà emettere una dichiarazione (secondo un apposito fac-simile), firmata e siglata in ogni parte, che attesti l'esito delle verifiche e la data in cui le predette sono state effettuate.

11.3.6 DOCUMENTAZIONE

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- Manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi manutentivi.
- Progetto esecutivo in versione " come costruito " a firma di professionista abiliatao, corredato di schede tecniche dei materiali installati.
- Dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito
- Dichiarazione di conformità ai sensi della legge 46/90, articoli 1, lettera a
- Certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate

Dovranno inoltre essere forniti i disegni dell'impianto elettrico con le relative interconnessioni con i panneli fotovoltaici, schema elettrico generale dell'impianto, progetto struttura sostegno moduli.

11.4 LE BIOMASSE

11.4.1 DEFINIZIONE DI BIOMASSE

Il termine biomassa comprende, in generale, tutte le sostanze di origine biologica, vegetale e animale, utilizzabili per fini energetici, in specie, attraverso processi di conversione di tipo termochimico o biochimico.

Dette sostanze sono disponibili sia come prodotti diretti o residui del settore agricolo-forestale, sia come sottoprodotti o scarti della industria agro-alimentare sia come scarti della catena della distribuzione e dei consumi finali. Ad esempio, costituiscono biomasse i seguenti materiali (organici):

- legname da ardere;
- residui agricoli e forestali;
- scarti dell'industria agroalimentari;
- reflui degli allevamenti;
- rifiuti urbani;
- specie vegetali coltivate per lo scopo (colture energetiche legnose o erbacee).

Nel dettaglio, la Dir. 2001/77/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 settembre 2001, sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità (recepita nel nostro ordinamento con il D.Lgs. 387/2003 e s.m.i.) fornisce questa definizione di biomassa (Art. 2, lett. b): "la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani".

L'utilizzo dei materiali di scarto in questione mediante forme di valorizzazione energetica, consente così di rispettare le priorità nella gerarchia comunitaria di gestione dei rifiuti che pone all'ultimo posto lo smaltimento in discarica, a cui destinare le sole sostanze residuali per cui non è tecnicamente possibile trovare alternative di valorizzazione.

Allo stato attuale delle conoscenze sulle tecnologie di trattamento dei rifiuti, per le tipologie che rientrano nella definizione innanzi citata la valorizzazione energetica costituisce, appunto, una forma di riutilizzo e riciclo.

Al fine di minimizzare gli impatti ambientali legati ai processi di conversione energetica delle biomasse, massimizzando, invece, le esternalità positive legate a tali processi, inoltre, le centrali devono essere di piccole dimensioni ed utilizzare biomasse locali, limitando il trasporto da luoghi lontani.

In ultima analisi, l'evoluzione della tecnica permette di trasformare in opportunità da non perdere ciò che classicamente è posto all'origine di costi da sostenere (gestione e manutenzione del patrimonio forestale, smaltimento di residui e scarti, etc.).

Dal punto di vista tecnologico ed industriale, le alternative per la valorizzazione energetica delle biomasse sono in sintesi:

- la combustione diretta, con conseguente produzione di calore da utilizzare per il riscaldamento domestico, civile e industriale, o per la generazione di vapore (forza motrice o produzione di energia elettrica);
- la produzione di biogas mediante fermentazione anaerobica di reflui zootecnici, civili o agroindustriali, e la successiva utilizzazione del biogas prodotto per la generazione di calore e/o elettricità;
- la trasformazione in combustibili liquidi di particolari categorie di biomasse coltivate come le specie oleaginose (produzione di biodiesel) e specie zuccherine (produzione di etanolo via fermentazione alcolica).

Nella tabella successiva sono riportate in sintesi le possibili utilizzazioni energetiche della biomassa.

Tabella 24. Tipologie di biomassa, processi di conversione e usi energetici

BIOMASSA	PROPRIETÀ	PROCESSI DI CONVERSIONE	PRODOTTI	USI FINALI
Legna da ardere e residui ligneocellulosici agro-forestali	H_2O=35% C/N>30	Combustione Pirolisi e Gassificazione	Calore, Oli, Gas	Energia termica e/o elettrica
Sottoprodotti agricoli putrescibili	H_2O>35% 20<C/N<30	Digestione anaerobica	Biogas	Energia termica e/o elettrica
Effluenti zootecnici	70%<H_2O<90% 20<C/N<30	Digestione anaerobica	Biogas	Energia termica e/o elettrica
Piante zuccherine	15%<H_2O<90% C/N qualsiasi	Fermentazione alcolica	Etanolo e derivati	Miscela con benzine
Colture agricole ad alto contenuto in cellulosa	H_2O>35% C/N qualsiasi	Idrolisi e fermentazione alcolica	Etanolo e derivati	Miscela con benzine
Colture agricole oleaginose	H_2O>35% C/N qualsiasi	Estrazione olii esterificazione	Biodisel	Usi motoristici e riscaldamento (con gasolio)

Fonte: ENEA, Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e sviluppo, 2005

Nella trattazione dell'argomento preme porre attenzione all'utilizzo dei residui forestali e agricoli per la produzione di energia termica e/o elettrica.

Per quanto riguarda gli impieghi termici delle biomasse, negli ultimi anni si è assistito ad una forte innovazione del settore, che consente una scelta tra differenti soluzioni tecnologiche:

- caldaie per reti di riscaldamento nelle aree montane, al servizio di piccoli aglomerati, che utilizzano come combustibile gli scarti delle segherie locali, della manutenzione di boschi e i sottoprodotti agricoli. Le caldaie, di taglia intorno ai 10 MW termici, sono a griglia fissa, alimentate da segature e cippato;
- caldaie per il riscaldamento di piccole abitazioni, con camera di grande volume per il caricamento di legna a tronchetti e funzionamento a fiamma rovescia verso il basso, con ventilatore;
- termocamini con vetro di chiusura della camera di combustione per legno in pezzi, che possono scaldare l'aria con circolazione forzata o l'acqua;
- caldaie e stufe, alimentate meccanicamente con materiale sfuso di pezzatura regolare, attraverso una coclea che si alimenta da un serbatoio di carico e che rifornisce un crogiolo di combustione.

11.4.2 I VANTAGGI AMBIENTALI

Accogliendo l'analisi di ARSIA, l'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agro-forestale, si riconosce che il recupero di interesse verso una fonte energetica *"così poco moderna"* come il legno, costituisce in fatto un "ritorno" che trova varie motivazioni di natura politica (legate alla dipendenza energetica da fonti fossili dell'Europa e, in particolare, dell'Italia), economica (a causa del costante aumento del costo delle fonti fossili), ecologica (associate alla natura rinnovabile del legno, alla produzione trascurabile di emissioni inquinanti, nonché ai benefici ambientali conseguenti ad una equilibrata gestione del patrimonio legnoso) ed anche pratica, laddove si considerino le più moderne caldaie che permettono di utilizzare il legno in maniera confortevole e sicura (grazie, ad esempio, alla possibilità di erogare energia in rete, mini o medie reti di teleriscaldamento, e alla dotazione di una serie di accorgimenti elettronici di controllo o di alimentazione automatica).

Parlando segnatamente di biomasse legnose, vale a dire, di materiali organici originati dalla gestione forestale (potatura e taglio dei boschi), i maggiori vantaggi derivanti dal loro utilizzo a fini energetici sono traibili segnatamente dai territori extra-urbani, aree montane dotate di un combustibile disponibile in grandi quantitativi, pulito e rinnovabile, allorché, preme sottolineare, tale combustibile sia il risultato di una gestione equilibrata e sostenibile del patrimonio naturale presente nel territorio.

Per giustificare l'importanza che le biomasse forestali potrebbero assumere tra le fonti energetiche rinnovabili a livello locale, basti pensare che un solo ettaro di bosco produce annualmente tra gli 8.000 e i 40.000 kWh di energia termica utilizzabile, a seconda delle specie arboree e del tipo di gestione (manutenzione ordinaria e/o tagli cedui), in grado di per se di riscaldare un'unità abitativa o una piccola scuola.

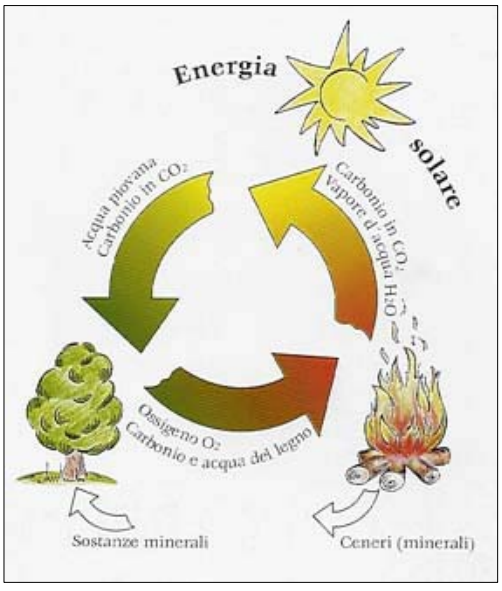
Il legno è una risorsa energetica abbondante e diffusa piuttosto omogeneamente su tutto il territorio nazionale, in particolare nelle zone montane della Provincia di Massa Carrara, sfruttabile direttamente nelle aree dove viene prodotto senza creare gravi problemi legati al suo trasporto ed al suo immagazzinaggio.

L'utilizzo del legno, quale fonte energetica, presenta molti altri vantaggi:

- è rinnovabile, essendo costantemente riprodotto con l'aiuto del sole attraverso il processo fotosintetico;
- permette di realizzare un bilancio nullo delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera compensando la quantità di CO2 emessa dalla combustione con quella utilizzata dal legno nella fase di crescita;
- consente l'abbattimento delle emissioni inquinanti causate dall'utilizzo dei combustibili di origine fossile;
- favorisce l'uso economico e sostenibile dei terreni agricoli e forestali;
- consente una corretta gestione dei boschi cedui, attraverso l'abbattimento delle piante mature e/o colpite da malattie, prevenendo episodi di dissesto;
- consente di aumentare le occasioni di manutenzione dei sentieri e della viabilità forestale, a tutto vantaggio dello sfruttamento del bosco e della prevenzione antincedio;
- è facilmente reperibile nelle aree di utilizzo, contribuendo al rafforzare l'economia locale, creando nuove forme di occupazione.

Negli ultimi 20 anni le caldaie a legna hanno subito una notevole evoluzione tecnologica, passando dai vecchi sistemi a caricamento manuale alle moderne e sofisticate caldaie ad elevato grado tecnologico, dotate di dispositivi automatici di controllo, e in grado di soddisfare da sole il fabbisogno energetico delle unità abitative con rendimenti termici che possono raggiungere il 90%.

Inoltre, le caldaie moderne bruciano combustibili legnosi di alta qualità, quali i pellets, il cippato e gli scarti di lavorazione, con emissioni paragonabili a quelle dei sistemi convenzionali a gas e gasolio.



Ancora. Possono essere dotate di sistemi per l'accensione automatica, per la segnalazione di eventuali malfunzionamenti, di dispositivi automatici per la rimozione delle ceneri e per la pulizia degli scambiatori di calore.

La combustione viene controllata in modo automatico a seconda della domanda energetica, della qualità del combustibile e della composizione dei gas di scarico.

Uno dei vantaggi dei sistemi di riscaldamento a legna è che non producono alcuna emissione netta di anidride carbonica, in quanto la CO2 emessa è praticamente la stessa utilizzata dal legno attraverso la fotosintesi clorofilliana durante la fase di crescita.

11.4.3 TIPOLOGIE DI BIOMASSE LEGNOSE

Le tipologie tecnologiche, in base alla tipologia di combustibile utilizzato, sono tre:

- legna da ardere in ciocchi,
- legno sminuzzato (cippato),
- pastiglie di legno macinato e pressato (pellet).

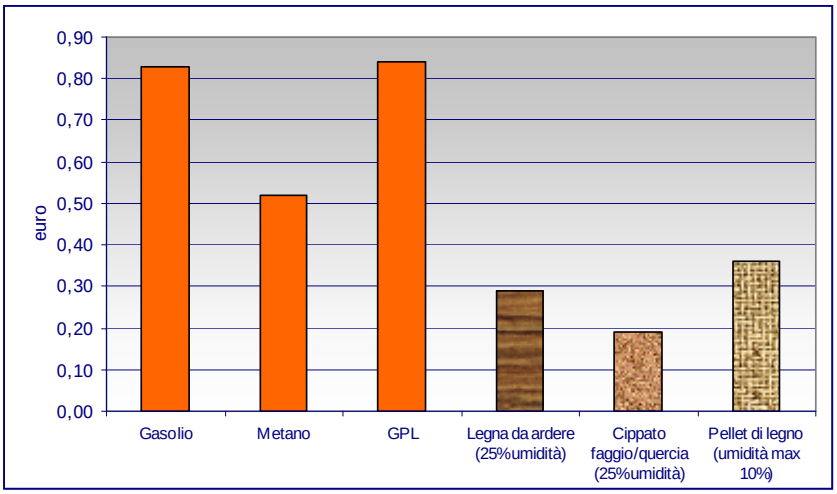
11.4.4 I VANTAGGI ECONOMICI

Riscaldarsi con le biomasse non fa solo bene all'ambiente, come detto in precedenza, ma consente un importante risparmio in termini economici. Infatti, a parità di calore prodotto i combustibili legnosi costano molto meno rispetto a quelli fossili.

Nel grafico seguente vengono confrontati i costi dei tre principali combustibili fossili da riscaldamento (gasolio, metano e gpl) e le tre principali tipologie di biomasse.

Il confronto è stato effettuato sulla base del costo dell'energia corrispondente a 1 litro di gasolio (litro-equivalente gasolio).

Figura 37. Costo di combustibili fossili e biomasse a confronto (per litro eq. di gasolio)



Fonte: ITABIA-Adiconsum, Dossier Caldaie a biomasse per impianti di riscaldamento domestico

Si nota immediatamente che il costo dell'energia da biomassa è in tutti i casi nettamente inferiore a tutte le altre fonti energetiche di origine fossile.

Ciò consente un notevole risparmio di esercizio e, di conseguenza, un rapido recupero del capitale investito per la realizzazione dell'impianto.

Nella tabella seguente vengono dettagliati i poteri calorifici e i costi indicativi dei vari combustibili biologici. L'energia delle biomasse viene espressa come litro equivalente di gasolio e GPL, e come metro cubo equivalente di metano.

La prima colonna della tabella indica i diversi tipi di combustibili a confronto, raggruppati in combustibili fossili e biomasse. La seconda colonna riporta il potere calorifico netto, ossia la quantità netta di energia che si sviluppa dalla combustione di 1 kg di combustibile. Nella terza colonna è riportato il costo unitario in €/kg; le due colonne successive, raggruppate sotto la voce litro equivalente di gasolio, indicano la quantità di combustibile (in kg) necessaria per sviluppare la stessa energia di 1 litro di gasolio, e il costo di tale quantitativo. Seguono due colonne relative al litro equivalente di gas liquido (GPL) e due riportanti il metro cubo equivalente di metano.

Tabella 25. Poteri calorifici e costi indicativi di combustibili fossili e biomasse

	P.C. NETTO	COSTO	LITRO EQ. GASOLIO		LITRO EQ. GPL		METRO CUBO EQ. METANO	
	(KWH/KG	(€/KG)	KG	€	KG	€	KG	€
Combustibili fossili								
Gasolio	11,7	0,990	0,83	0,83	0,62	0,61	0,83	0,82
Metano	13,5	0,720	0,73	0,52	0,54	0,39	0,72	0,52
GPL	12,8	1,097	0,76	0,84	0,57	0,62	0,75	0,83
Combustibili da biomasse								
Legna da ardere (25% umidità)	3,5	0,103	2,79	0,29	2,07	0,21	2,76	0,28
Legna da ardere (35% umidità)	3,0	0,093	3,31	0,31	2,45	0,23	3,27	0,30
Legna da ardere (45% umidità)	2,4	0,077	4,08	0,32	3,02	0,23	4,03	0,31
Cippato faggio/quercia (25% umidità)	3,5	0,067	2,79	0,19	2,07	0,14	2,76	0,19
Cippato faggio/quercia (35% umidità)	2,9	0,062	3,32	0,21	2,46	0,15	3,28	0,20
Cippato faggio/quercia (50% umidità)	2,1	0,057	4,64	0,26	3,43	0,19	4,59	0,26
Cippato pioppo (25% umidità)	3,3	0,052	2,92	0,15	2,17	0,11	2,89	0,15
Cippato pioppo (35% umidità)	2,8	0,044	3,51	0,15	2,60	0,11	3,47	0,15
Cippato pioppo (50% umidità)	1,9	0,036	5,02	0,18	3,72	0,13	4,97	0,18
Pellet di legno (umidità max 10%)	4,9	0,180	2,00	0,36	1,48	0,27	1,98	0,36

Fonte: ITABIA-Adiconsum, Dossier Caldaie a biomasse per impianti di riscaldamento domestico

La tabella consente di confrontare i combustibili fossili e le varie biomasse sulla base dell'effettivo contenuto di energia, sulla base delle quantità e dei costi della biomassa necessaria per sostituire un quantitativo standard di combustibile fossile.

11.4.5 LE TIPOLOGIE DI CALDAIE A BIOMASSE[16]

CALDAIE A FIAMMA INVERSA PER LA COMBUSTIONE DI LEGNA IN CIOCCHI

Caratteristiche generali

La combustione della legna da ardere in ciocchi risulta la forma più diffusa di uso delle biomasse per il riscaldamento domestico. Data la necessità di carica manuale dei ciocchi, le caldaie a legna hanno una potenza limitata a qualche decina di kW, e trovano impiego ottimale per il riscaldamento di case isolate.

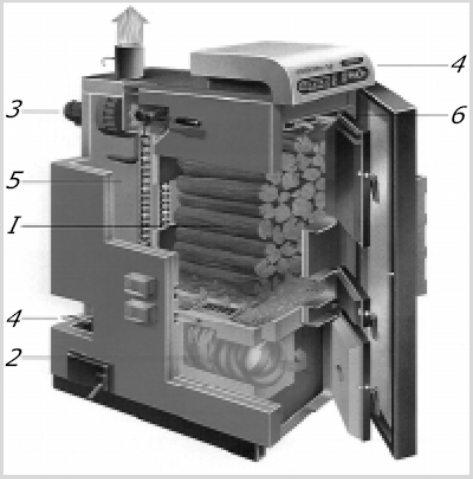
[16] Fonte: ITABIA, Caldaie a Biomasse per impianti di riscaldamento domestico, Progetto RES RUE Dissemination,

Componenti

Un impianto basato su tecnologie avanzate costituito dai seguenti componenti:

- Caldaia a fiamma inversa
- Accumulatore inerziale del calore
- Bollitore per acqua calda sanitaria
- Centralina di controllo

Moderna caldaia a legna a fiamma inversa



1. Vano di carico legna
2. Camera di combustione
3. Ventola di aspirazione
4. Centralina a microprocessore e sonda lambda
5. Scambiatore di calore
6. Recuperatore fumi con porta aperta

Principio di funzionamento

Le caldaie a fiamma inversa sono così chiamate per la posizione della camera di combustione, situata al di sotto del vano all'interno del quale viene caricata la legna.

In genere le caldaie sono provviste di una ventola per la circolazione forzata dell'aria comburente. In alcuni modelli (ad aria soffiata), la ventola viene posta sul lato anteriore della caldaia e spinge l'aria all'interno facendola fluire attraverso il combustibile fino allo scarico dei fumi. In altri modelli la ventola è situata posteriormente sulla bocca di uscita dei fumi e aspira i gas combusti creando una depressione in caldaia che consente il richiamo dell'aria comburente dall'esterno.

Una parte dell'aria viene introdotta in caldaia immediatamente sopra la griglia sulla quale è appoggiata la legna, al fine di consentire l'avvio della combustione, con formazione di uno strato di braci a contatto della griglia e lo sviluppo di gas combustibili derivanti dalla pirolisi del legno. I gas sprigionati vengono trascinati in basso attraverso la griglia e giungono nella camera sottostante, dove l'aggiunta di aria consente il completamento della combustione.

Fattori essenziali per ottenere una combustione ottimale sono una giusta quantità di aria, temperatura e turbolenza elevate nella camera di combustione, e la permanenza dei gas caldi nel focolare per un tempo sufficiente al completamento delle reazioni termochimiche di combustione.

L'inversione della fiamma consente di ottenere una combustione progressiva della legna, che non prende totalmente fuoco nel vano di carico ma brucia solamente quando giunge in prossimità della griglia. Questo fa si che la potenza erogata dalla caldaia sia più stabile nel tempo, e che la combustione possa essere meglio controllata, aumentando considerevolmente il rendimento e riducendo le emissioni inquinanti.

In modelli di caldaia a fiamma inversa più moderni sono presenti sistemi di regolazione a microprocessore, tali da far raggiungere rendimenti termici superiori al 90%. Alcune innovazioni ultime, presenti anche in modelli di piccola potenza, consentono la regolazione dell'aria di combustione in base al fabbisogno di ossigeno, misurato nei fumi con apposita sonda (sonda lambda). La regolazione lambda consente di aggiustare e ottimizzare costantemente la quantità di aria durante l'intero ciclo di funzionamento della caldaia a legna, dall'accensione iniziale fino all'esaurimento del combustibile.

L'accumulatore inerziale

L'installazione ottimale di una caldaia a legna prevede la presenza di un accumulatore inerziale, costituito da un serbatoio d'acqua termicamente isolato, collegato direttamente alla mandata della caldaia tramite apposita pompa. L'accumulatore inerziale svolge le seguenti importanti funzioni:

- Consente alla caldaia di funzionare in modo regolare, evitando interruzioni dovute a insufficiente richiesta di energia da parte dell'impianto di riscaldamento. Invece di bloccare la combustione o surriscaldare gli ambienti, la caldaia può continuare a funzionare immagazzinando energia nel serbatoio di accumulo, che sarà disponibile successivamente. Il funzionamento senza interruzioni riduce la fumosità delle emissioni e lo sporcamento del camino, protegge la caldaia da dannose formazioni di condensati catramosi, e aumenta il rendimento globale dell'impianto.
- Costituisce un "volano" termico per l'impianto di riscaldamento e fa aumentare il comfort di esercizio, rendendolo del tutto simile a quello di impianti automatici a gas/gasolio. Infatti, l'energia contenuta nell'accumulatore sotto forma di acqua calda viene automaticamente ceduta all'impianto nel momento in cui questo la richiede, consentendo alcune ore di riscaldamento anche a caldaia spenta, ad esempio nelle prime ore del mattino.

Il serbatoio inerziale va dimensionato in funzione della quantità di legna contenuta nella caldaia (VolumeRiempimento), della potenza termica nominale (P_N) e dal carico termico dell'edificio (P_{tot}). La formula che mette in relazione queste variabili con il volume dell'accumulatore (V_{acc}) è la seguente:

$$V_{acc}\,[l] = (P_N\,[kW] - P_{tot}\,[kW]) * \frac{20 * 0{,}7 * \text{PotereCalorifico}\,[kWh/l] * \text{VolumeRiempimento}\,[l]}{PN\,[kW]}$$

Nella pratica corrente vengono spesso utilizzate le due seguenti formule semplificate:

a. V_{acc} [l] = VolumeRiempimento[l] * 10

b. V_{acc} [l] = P_N [kW] * 40

Ad esempio, per una caldaia della potenza nominale di 50 kW, il cui vano di carico legna abbia una capacità di 210 litri, il volume dell'accumulatore calcolato secondo le due formule semplificate a) e b) risulta:

a. V_{acc} [l] = 210 * 10 = 2100 litri

b. V_{acc} [l] = 50 * 40 = 2000 litri

La cubatura dell'edificio da riscaldare influisce sulla dimensione dell'accumulatore in modo negativo: a parità di caldaia a legna, tanto più piccola è l'abitazione e tanto più grande dovrà essere l'accumulatore per compensare i minori assorbimenti termici delle utenze.

In alcuni modelli avanzati di caldaie a legna con regolazione a microprocessore la temperatura dell'accumulatore viene rilevata in diversi punti e la potenza erogata può essere automaticamente ridotta per evitare una troppo rapida saturazione dell'accumulatore inerziale

Produzione di acqua calda sanitaria

La produzione di acqua calda sanitaria mediante combustione della legna può ottenuta in differenti modi. Il sistema più semplice consiste nell'utilizzo di un bollitore con scambiatore interno collegato all'impianto mediante una pompa e un termostato.

Il sistema può essere installato, con modalità differenti, sia in impianti dotati di accumulatore inerziale, sia in impianti privi di questo. Un accumulatore inerziale termicamente ben isolato consente durante l'estate di ricaricare più volte il bollitore sanitario senza dover riaccendere la caldaia. Negli impianti privi di accumulatore inerziale il bollitore sanitario dovrebbe avere la capacità di almeno 300 litri.

Sistemi di sicurezza

A differenza delle caldaie a gas/gasolio, le caldaie a ciocchi di legna sono caratterizzate dalla presenza di una quantità considerevole di combustibile solido che, una volta acceso, continua a sviluppare calore con una inerzia considerevole, difficilmente controllabile nel breve termine. Di conseguenza potrebbero trovarsi in condizioni critiche, quali:

- interruzione dell'alimentazione elettrica
- guasto della pompa di circolazione della caldaia

Tali situazioni causano il blocco, quasi totale, della circolazione di acqua in caldaia, interrompendo l'asportazione del calore generato dalla combustione. Di conseguenza, la temperatura dell'acqua può salire fino a raggiungere e superare i 100° C, la soglia di ebollizione, con conseguente produzione di vapore e aumento della pressione dell'impianto. In mancanza di dispositivi di sicurezza adeguati si può rapidamente giungere a una situazione di pericolo.

Per scongiurare questo rischio, oltre che del termostato di sicurezza in dotazione a tutti i tipi di caldaia, le caldaie a legna sono dotate di uno scambiatore di calore di emergenza, costituito da un tubo a serpentina immerso nell'acqua della caldaia. Questo scambiatore deve essere collegato da un lato a una presa di acqua fredda, direttamente connessa all'acquedotto; dal lato in uscita lo scambiatore di emergenza va collegato a uno scarico.

Tra la presa di acqua fredda e la caldaia va interposta una valvola di sicurezza termica, dotata di una sonda a bulbo di mercurio da inserire in un apposito pozzetto sulla caldaia. In caso di emergenza, prima che la temperatura della caldaia raggiunga la soglia dei 100 ° C, la valvola di sicurezza si apre mediante un dispositivo meccanico che non richiede alimentazione elettrica, e acqua fredda inizia a fluire nello scambiatore di sicurezza, asportando il calore in eccesso e convogliandolo allo scarico. Viene cos" scongiurato il rischio di ebollizione nella caldaia.

Installazione di una caldaia a legna

La normativa nazionale prevede che le caldaie a legna possono essere installate soltanto in impianti dotati di vaso di espansione aperto, per ragioni di sicurezza, non più giustificabili nelle moderne caldaie. Infatti la tecnologia attuale (scambiatore di calore di emergenza e valvola di sicurezza termica) rende ormai inutilmente penalizzante e anacronistico l'obbligo del vaso di espansione aperto nelle caldaie a legna, ed è auspicabile che si giunga quanto prima a una revisione della normativa giuridica e tecnica in materia.

Il vaso di espansione aperto deve essere posto nel punto più alto dell'impianto di riscaldamento (tipicamente nel solaio) e collegato direttamente alla caldaia da un tubo, denominato tubo di sicurezza, il cui percorso non deve presentare alcun tratto in discesa. In caso di emergenza il tubo di sicurezza deve consentire al vapore sviluppatosi in caldaia di fluire liberamente senza incontrare ostacoli fino al vaso di espansione aperto.

Nel caso in cui la caldaia sia posta in un locale separato dal fabbricato principale, pu~ risultare impossibile collocare il vaso di espansione aperto nel fabbricato da riscaldare, a causa della difficoltà di installare il tubo di sicurezza senza tratti in discesa. In questi casi risulta necessario realizzare due circuiti di riscaldamento separati, uno primario a vaso aperto nel locale caldaia e uno secondario a vaso chiuso nel fabbricato da riscaldare. Tra i due circuiti viene interposto uno scambiatore di calore a piastre, che consente lo scambio termico evitando il contatto diretto dell'acqua tra i due circuiti.

Dimensionamento impianto

Particolare attenzione va dedicata al dimensionamento dell'impianto, tenendo conto che le caldaie a legna, a differenza di quelle a gas o a gasolio, devono per quanto possibile funzionare in continuo e senza interruzioni.

Occorre evitare il sovradimensionamento della caldaia, che determinerebbe un inutile aggravio dei costi di impianto e il funzionamento non ottimale della stessa, a causa delle frequenti interruzioni della combustione a cui sarebbe inevitabilmente soggetta.

Il dimensionamento della caldaia va pertanto eseguito dopo un'attenta valutazione delle caratteristiche dell'edificio e della fascia climatica in cui si trova. Indicativamente si può stimare un fabbisogno di potenza compreso tra 20 e 40 W/m^3 a seconda del clima, delle caratteristiche dell'impianto di riscaldamento e della coibentazione dell'edificio.

Un altro fattore di cui tener conto è il numero di cariche di legna che si intende effettuare nell'arco della giornata, in altre parole l'autonomia di funzionamento desiderata. Questa dipende dalla capienza del vano di carico legna e dalla potenza della caldaia.

Locale caldaia

Un altro aspetto importante da prendere in considerazione è la disponibilita di spazio per la centrale termica e per la legnaia, che deve essere situata nelle immediate vicinanze di questa. Il locale caldaia deve essere spazioso e ben ventilato. Oltre alla caldaia a legna, la centrale termica dovrebbe poter accogliere l'accumulatore inerziale, il bollitore sanitario, il quadro elettrico e tutta l'impiantistica idraulica.

È buona norma lasciare uno spazio libero di almeno 60 cm tutto intorno alla caldaia. Per gli impianti oltre i 35 kW la norma prevede che siano dotati di porta di accesso indipendente dall'esterno, depositare il progetto della centrale termica ai vigili del fuoco ed effettuare comunicazione all'Istituto per la Sicurezza sul Lavoro (ISPESL).

Camino

Il camino è una parte fondamentale dell'impianto di riscaldamento a legna. La sua funzione non è solamente quella di allontanare e disperdere i fumi, ma di assicurare, grazie a un tiraggio adeguato, il buon funzionamento della caldaia.

Il tiraggio migliore sia quanto più caldi rimangono i fumi che percorrono il camino. Per questo motivo il camino dovrebbe essere dotato di un buon isolamento termico, anche per evitare che la temperatura dei fumi scenda al di sotto della soglia di condensa, nel qual caso si potrebbe verificare un rapido sporcamente delle pareti del camino stesso.

Ottime prestazioni sono fornite dalle canne fumarie in acciaio inossidabile coibentate.

Combustibile

Per ridurre la formazione di condensati corrosivi e la fumosità, le caldaie a fiamma inversa dovrebbero essere alimentate unicamente con legna da ardere con contenuto di umidità non superiore al 25%. Questo si ottiene con la stagionatura per almeno un anno all'aria, preferibilmente sotto una tettoia.

Possono essere utilizzate praticamente tutte le essenze, comprese le conifere o legni leggeri come il pioppo. I risultati migliori, tuttavia, in termini di durata della combustione, si ottengono con essenze forti come robinia, faggio, quercia.

A titolo di esempio, per il riscaldamento di un'abitazione di 150 m^2 sono necessari circa 80-100 quintali di legna all'anno.

CALDAIE A CIPPATO

Caratteristiche generali

Le caldaie a cippato utilizzano legno vergine ridotto in piccoli pezzi della dimensione di qualche centimetro, caricato automaticamente per mezzo di appositi dispositivi meccanici. Il combustibile può essere costituito da materiali di diversa origine, quali potature sminuzzate, scarti di segheria o biomasse derivanti dalle attività selvicolturali (taglio del bosco ceduo, diradamenti, tagli di conversione, ecc.).

Gli impianti a cippato sono totalmente automatizzati e non hanno limiti dimensionali, potendo raggiungere potenze anche di diversi MW termici. I rendimenti e il comfort sono gli stessi delle caldaie a gas/gasolio. Per le caratteristiche di automazione e risparmio di esercizio, gli impianti a cippato sono particolarmente indicati per il riscaldamento di edifici di dimensioni medie o grandi, quali alberghi, scuole, condomini, ospedali e centri commerciali.

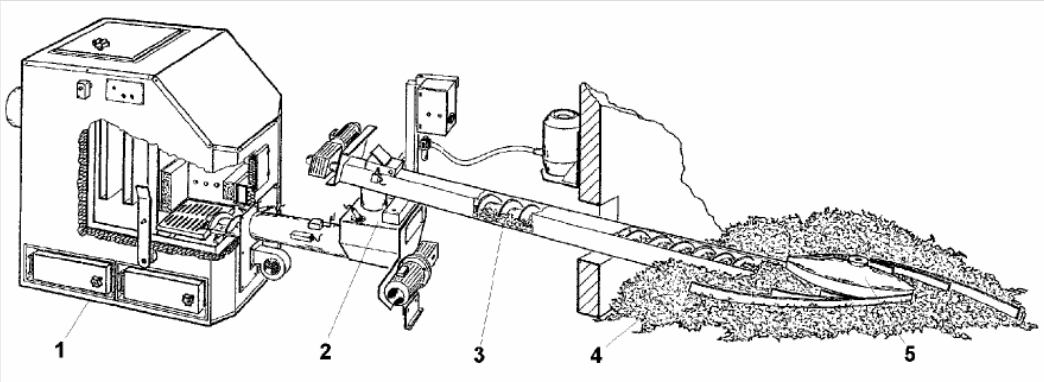
Componenti

Un impianto di riscaldamento a cippato è costituito dai seguenti componenti:

- Caldaia;
- Contenitore o apposito locale (silo) per lo stoccaggio del cippato;
- Sistema di movimentazione del combustibile;
- Centralina di regolazione;
- Eventuale accumulatore inerziale e bollitore per acqua sanitaria;

Principio di funzionamento

Schema di una centrale termica a cippato



1. Caldaia
2. Tramoggia cippato con serranda tagliafiamma
3. Coclea di trasporto del cippato
4. Silo di stoccaggio
5. Estrattore a braccio rotante

Il caricamento del combustibile in caldaia a cippato avviene in modo automatico, quindi è necessario che, accanto al locale caldaia, venga predisposto un locale (silo) per lo stoccaggio del combustibile.

Al fine di facilitare le operazioni di scarico del cippato dai mezzi di trasporto, il silo dovrebbe essere situato al di sotto del piano stradale. Dal silo di alimentazione il cippato viene estratto automaticamente e convogliato, per mezzo di una coclea dosatrice, nella caldaia, dove avviene la completa combustione mediante l'immissione di aria primaria e secondaria.

La combustione avviene in caldaie a griglia, che può essere di due tipologie:

- *fissa*, per bruciare materiali fini e a basso contenuto di umidit^
- *mobile*, per bruciare combustibili a pezzatura grossolana e ad alto contenuto di ceneri ed umidità (fino al 50% in peso di acqua), quali le biomasse forestali fresche di taglio.

Nei sistemi più avanzati il flusso di cippato e la combustione sono regolati in continuo da un microprocessore in base alla richiesta di energia dell'utenza e alla temperatura e concentrazione di ossigeno dei fumi (regolazione lambda).

Il sistema può modulare la potenza erogata mantenendo la combustione ottimale anche con combustibili diversi, sia con pieno carico sia con il carico minimo. L'accensione del cippato può avvenire sia manualmente, sia automaticamente per mezzo di dispositivi sia elettrici sia a combustibile liquido (bruciatore pilota).

In alcuni modelli esiste la funzione di mantenimento braci, che consente alla caldaia di mantenere una piccola quantità di brace accesa durante le pause di funzionamento, consentendo così la riaccensione immediata al riavvio.

Sistemi di sicurezza

Anche le caldaie a cippato, come quelle a legna da ardere, sono attualmente soggette all'obbligo del vaso di espansione aperto. A differenza di queste le caldaie a cippato hanno un focolare che contiene solo piccole quantità di combustibile, che brucia rapidamente una volta giunto sulla griglia di combustione, quindi soggetta a minori rischi.

Importanti dispositivi di sicurezza che dovrebbero sempre essere installati negli impianti termici a cippato riguardano il sistema di alimentazione del combustibile, per impedire eventuali ritorni di fiamma dalla caldaia al silo di stoccaggio.

Installazione di una caldaia a cippato

Per l'installazione delle caldaie a cippato valgono gli stessi obblighi delle caldaie a legna in pezzi grossi.

Dimensionamento impianto

Per il dimensionamento degli impianti di riscaldamento a cippato possono essere seguiti criteri simili a quelli relativi ad impianti convenzionali a gas/gasolio. Nel caso in cui si preveda di installare o di mantenere in esercizio una caldaia a gas/gasolio con funzione di scorta o emergenza, la caldaia a cippato può essere dimensionata intorno al 70% della potenza di picco stimata.

Locale caldaia

Per il locale caldaia degli impianti a cippato valgono le stesse norme già riportate per le caldaie a legna. Il locale caldaia va progettato in stretta associazione al silo di stoccaggio del cippato, al quale deve essere adiacente.

Stoccaggio del cippato

Una delle più importanti condizioni per la fattibilità di un impianto di riscaldamento a cippato è la disponibilità di un locale per lo stoccaggio, situato in posizione accessibile ai mezzi di trasporto del combustibile, con adeguato spazio per la manovra di questi.

Il silo va dimensionato sulla base della potenza e del rendimento della caldaia, delle caratteristiche del combustibile e dell'autonomia richiesta. Indicativamente, il potere calorifico netto del cippato è compreso tra 600 e 900 kWh/m^3, a seconda del tipo di legno e del contenuto di umidità. La densità è compresa tra i 200 e i 400 kg/m3. Generalmente il cippato di conifera (pino, abete) ha un minore potere calorifico rispetto a quello di latifoglia (faggio, quercia).

Esempio di dimensionamento del silo di stoccaggio.

- Potenza nominale caldaia: 100 kW
- Rendimento termico della caldaia: 80%
- Potere calorifico del cippato: 800 kWh/m^3
- Autonomia di funzionamento richiesta: 1 mese

  Il consumo orario della caldaia alla potenza nominale è il seguente:

  $$100/(800 * 0.8) = 0{,}15\ m^3/h$$

  Ipotizzando che la caldaia funzioni per 12 ore al giorno a piena potenza, il consumo mensile ammonterà a:

  $$0{,}15 * 12 * 30 = 54\ m^3$$

Il silo di stoccaggio puo essere ricavato da un locale preesistente o costruito ex novo. In ogni caso deve essere accuratamente protetto da infiltrazioni di acqua.

Sul fondo del silo viene posizionato l'estrattore del cippato, che preleva il combustibile e lo convoglia nel canale della coclea di trasporto. Nei piccoli impianti, per potenze fino a 300 - 500 kW, e capienze fino a circa 100 m^3, viene generalmente usato un estrattore a braccio rotante, che richiede una sezione del silo circolare o quadrata.

Per impianti di maggiore potenza vengono usati estrattori a fondo mobile, costituiti da una o più rastrelliere parallele ad azionamento idraulico che, con un lento movimento avanti e indietro spingono il cippato nel canale della coclea.

Combustibile

Il termine cippato indica genericamente un combustibile derivato dalla sminuzzatura di legno vergine derivante da molteplici fonti: potature, scarti di segheria, interventi di manutenzione del bosco, ecc. La dimensione e la forma dei pezzetti di legno variano a seconda del materiale di origine e del tipo di macchina (cippatrice) utilizzata per sminuzzarlo.

CALDAIE A PELLETS

Caratteristiche generali

Il pellet è un combustibile costituito da legno vergine essiccato e pressato in piccoli cilindretti, senza alcuna aggiunta di additivi. Il peso specifico del pellet sfuso è di circa 6-700 kg/m^3, molto più elevato di quello di altri combustibili legnosi non pressati (cippato, trucioli). Il potere calorifico raggiunge le 4200 kcal/kg, con una densità energetica di 3000 - 3400 kWh/m^3.

A causa della forma cilindrica e liscia e delle piccole dimensioni, il pellet tende a comportarsi come un fluido, il che agevola la movimentazione del combustibile e il caricamento automatico delle caldaie.

Componenti

Un impianto di riscaldamento a pellets è costituito dai seguenti componenti:

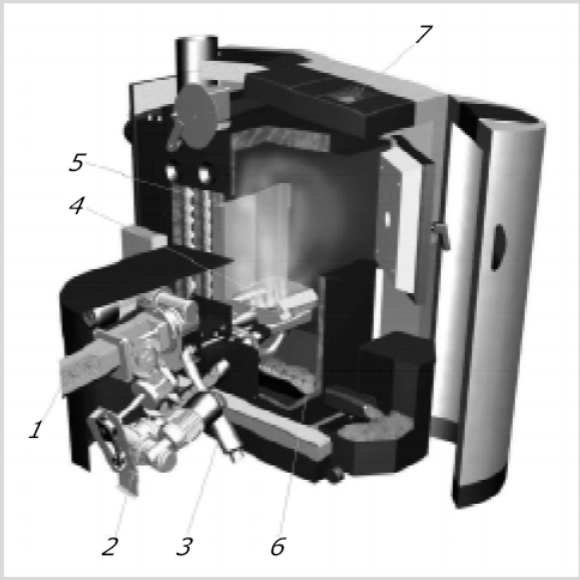
- Caldaia;
- Serbatoio del pellet;
- Sistema di alimentazione del pellet;
- Centralina di regolazione
- Eventuale accumulatore inerziale e bollitore per acqua sanitaria

Principio di funzionamento

Anche le caldaie a pellets, come quelle a cippato, richiedono un contenitore per lo stoccaggio del combustibile situato in prossimità della caldaia. Da qui una coclea lo preleva e lo trasporta in caldaia, ove avviene la combustione. I bruciatori per pellet da utilizzare in caldaie a gasolio si applicano sulla parte anteriore della caldaia. Essi vengono alimentati dall'alto e bruciano il pellet sviluppando una fiamma orizzontale che si proietta nella caldaia, al pari di quanto avviene negli impianti a gasolio.

L'accensione è automatica e molto rapida, per mezzo di una resistenza elettrica. Nei sistemi più avanzati la regolazione dell'aria comburente e del flusso di combustibile vengono effettuate automaticamente ad opera di un microprocessore.

La semplicità d'uso e di automazione conferiscono agli impianti di riscaldamento a pellets un elevato livello di comfort.



Moderna caldaia a pellets

1. *Coclea di alimentazione del pellet*
2. *Valvola stellare*
3. *Accenditore automatico*
4. *Bruciatore*
5. *Scambiatore di calore con turbolatori*
6. *Estrattore cenere*
7. *Centralina di regolazione*

Sistemi di sicurezza

L'elemento qualificante per la sicurezza di una caldaia a pellet è costituito dai dispositivi contro il ritorno di fiamma dal bruciatore verso il serbatoio. Anche le caldaie a pellets sono tuttora soggette all'obbligo del vaso di espansione aperto, per il quale valgono gli stessi accorgimenti già descritti per le caldaie a legna.

Installazione di una caldaia a pellets

Le caldaie a pellets di piccola potenza sono dotate di un serbatoio per il combustibile di capacità generalmente limitata a qualche centinaio di litri. Nei sistemi più semplici questo contenitore viene caricato a mano svuotandovi sacchetti di pellet, con un autonomia di funzionamento di qualche giorno.

Per aumentare l'autonomia è necessario predisporre un silo di stoccaggio, nel quale il pellet viene scaricato direttamente da una autobotte.

L'estrazione del pellet può avvenire:

- con estrattore a coclea
- con estrattore pneumatico

Combustibile

Il pellet è disponibile commercialmente in diverse forme:

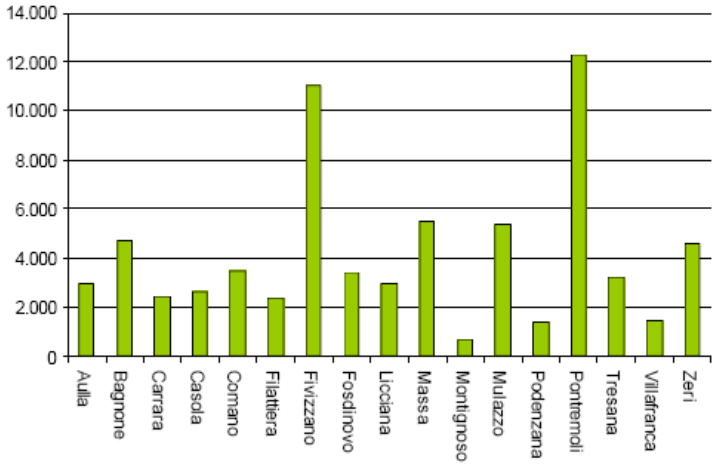
- sacchetti da 15 kg, utilizzati soprattutto per stufe, caminetti e piccole caldaie con serbatoio da caricare a mano;
- sacconi da 800 Ð 1000 kg (Òbig bagsÓ), utilizzabili mediante inserimento di una coclea o in impianti dotati di silo di stoccaggio interrato;
- sfuso, trasportato mediante apposite autobotti attrezzate per pomparlo direttamente in un silo di stoccaggio.

11.4.6 IL POTENZIALE DISPONIBILE NEL COMUNE DI MASSA

Di seguito viene riprodotta una sintesi del Programma Energetico Provinciale relativo al potenziale di biomasse (limitato a quelle derivanti da attività forestali e agricole) sfruttabile a fini energetici in Provincia di Massa Carrara.

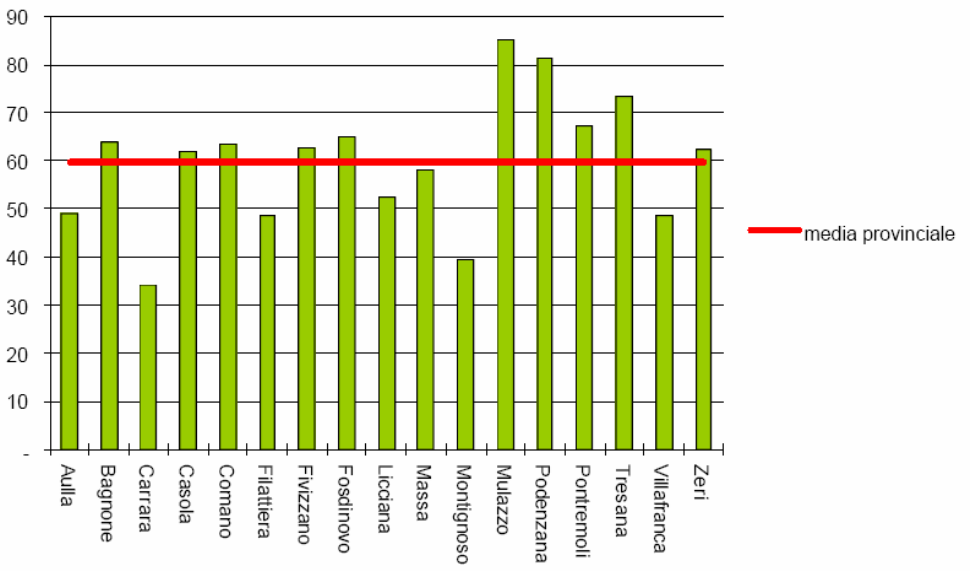
Innanzitutto vengono individuate le superfici forestali presenti a livello comunale.

Figura 38. Superficie forestale complessiva a livello comunale (ha)



Fonte: Provincia di Massa Carrara, Programma Energetico Provinciale

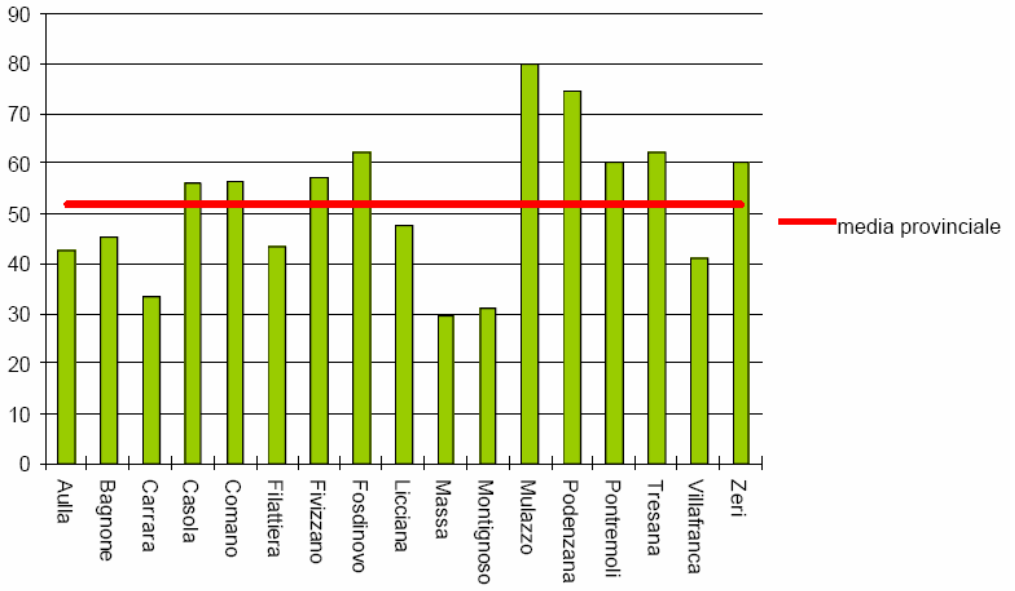
Figura 39. Indice di boscosità a livello comunale



Fonte: Provincia di Massa Carrara, Programma Energetico Provinciale

Come evidente per il Comune di Massa tale indice e quasi del 60%, in linea con la media provinciale. Valore che si riduce al 30% se si considerano solo i boschi produttivi.

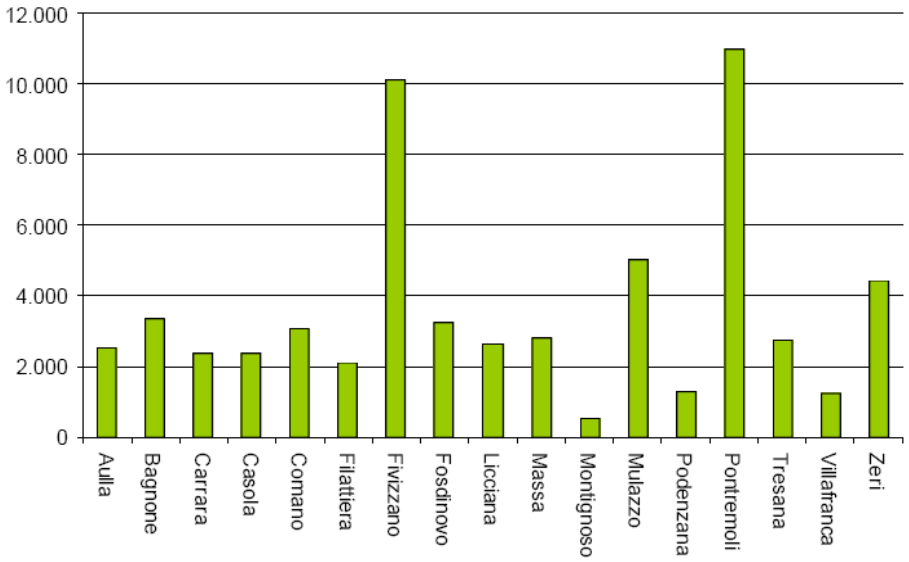
Figura 40. Indice di boscosità (solo boschi con destinazione produttiva) a livello comunale



Fonte: Provincia di Massa Carrara, Programma Energetico Provinciale

La superficie forestale produttiva nel territorio comunale di Massa risulta di circa 3.000 ha, come raffigurato nella figura successiva

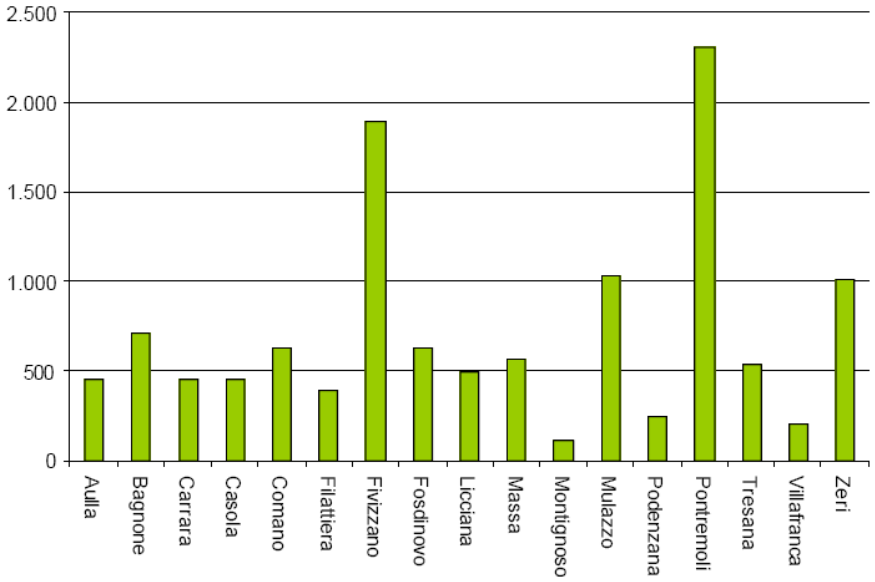
Figura 41. Superficie forestale produttiva per comune



Fonte: Provincia di Massa Carrara, Programma Energetico Provinciale

A questo punto il Programma Energetico Provinciale effettua una stima della massa legnoso in piedi, sulla base di valori medi di riferimento. Per nel Comune di Massa ne risultano circa 600.000 m^3.

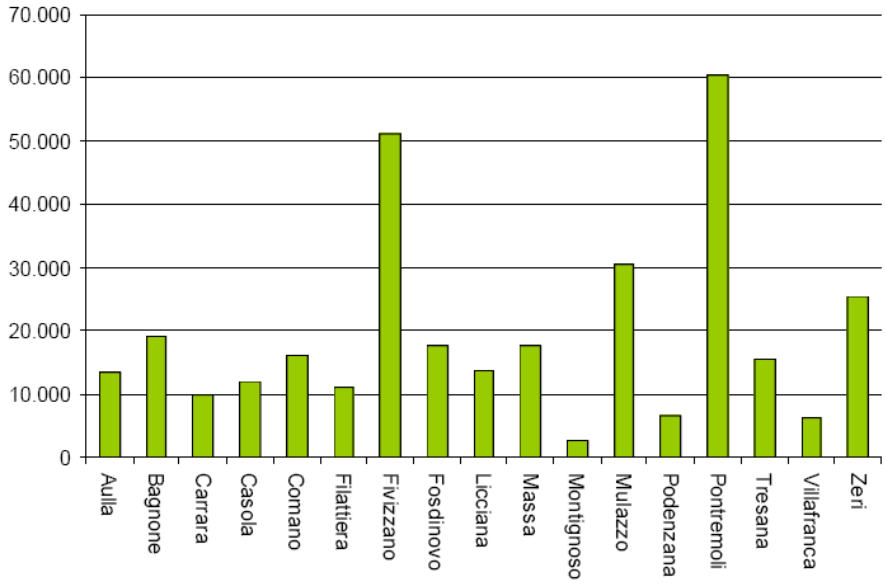
Figura 42. Massa legnosa in piedi (m^3 x 1.000) a livello comunale



Fonte: Provincia di Massa Carrara, Programma Energetico Provinciale

E un incremento annuo di circa 18.000 m^3/anno.

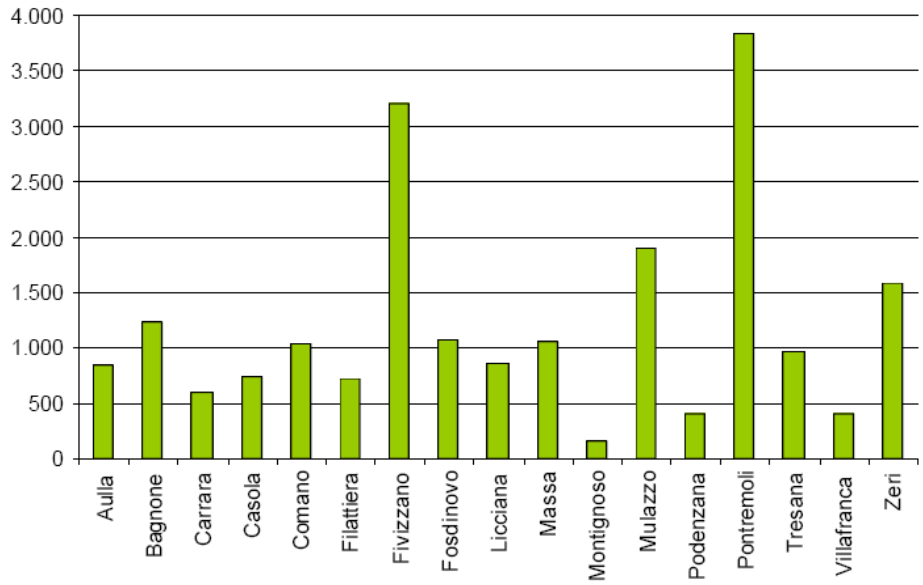
Figura 43. Incremento legnoso a livello comunale (m^3/anno)



Fonte: Provincia di Massa Carrara, Programma Energetico Provinciale

A questo punto, eliminando le aree soggette a particolari vincoli, e quelle che, per un'eccessiva pendenza (> 30°) non risultano sfruttabili, e considerando l'ipotesi di ripresa della gestione del bosco su vasta scala, risultano le seguenti disponibilità di residui forestali.

Figura 44. Disponibilità di residui da attività forestale in uno scenario di ripresa dell'attività di gestione del bosco su ampia scala



Fonte: Provincia di Massa Carrara, Programma Energetico Provinciale

Tali residui hanno una potenzialità energetica enorme (intesa come valore massimo sfruttabile), come riportato nella tabella successiva.

Tabella 26. Ripartizione del potenziale energetico da biomasse forestali per comune

Comuni	Potenziale energetico (GJ/anno)	Energia elettrica producibile (MWh_e)	Energia elettrica producibile (GJ_e)	Energia termica producibile (MWh_t)	Energia termica producibile (GJ_t)	Potenza elettrica installabile (MW_e)	Potenza termica installabile (MW_t)
Aulla	7.928	551	1.984	1.762	6.343	0,1	0,4
Bagnone	11.401	792	2.851	2.534	9.122	0,1	0,6
Carrara	5.540	385	1.386	1.231	4.432	0,1	0,3
Casola	6.924	481	1.732	1.539	5.540	0,1	0,3
Comano	9.602	667	2.401	2.134	7.682	0,1	0,5
Filattiera	6.683	464	1.670	1.485	5.346	0,1	0,3
Fivizzano	29.849	2.073	7.463	6.633	23.879	0,3	1,5
Fosdinovo	10.016	696	2.506	2.226	8.014	0,1	0,5
Licciana	8.092	562	2.023	1.798	6.473	0,1	0,4
Massa	9.888	687	2.473	2.197	7.909	0,1	0,5
Montignoso	1.409	98	353	313	1.127	0,0	0,1
Mulazzo	17.731	1.231	4.432	3.940	14.184	0,2	0,9
Podenzana	3.691	256	922	820	2.952	0,0	0,2
Pontremoli	35.706	2.480	8.928	7.935	28.566	0,4	1,8
Tresana	8.977	623	2.243	1.995	7.182	0,1	0,5
Villafranca	3.842	267	961	854	3.074	0,0	0,2
Zeri	14.774	1.026	3.694	3.283	11.819	0,1	0,7
Provincia	*192.051*	*13.337*	*48.013*	*42.678*	153.641	*1,9*	*9,7*

Fonte: Provincia di Massa Carrara, Programma Energetico Provinciale

A questo si possono aggiungere il potenziale energetico ottenibili dalle biomasse agricole, riportato nella tabella successiva.

Tabella 27. Ripartizione comunale del potenziale energetico da biomasse agricole

	Cereali		Vite		Olivo		Fruttiferi	
Comuni	Paglia	Potenziale energetico	Tralci	Potenziale energetico	Frasca e legna	Potenziale energetico	Rami	Potenziale energetico
	t/anno	GJ/anno	t/anno	GJ/anno	t/anno	GJ/anno	t/anno	GJ/anno
Aulla	439	7.265	214	3.854	184	3.237	34	621
Bagnone	43	710	38	688	26	464	2	41
Carrara	53	874	107	1.923	74	1.300	2	43
Casola in Lunigiana	24	391	50	904	137	2.409	7	121
Comano	5	85	0	4	1	10	17	306
Filattiera	133	2.205	105	1.898	86	1.503	13	229
Fivizzano	450	7.447	387	6.967	545	9.580	100	1.802
Fosdinovo	14	230	96	1.735	312	5.490	26	466
Licciana Nardi	165	2.724	119	2.150	148	2.608	9	164
Massa	30	496	131	2.356	111	1.956	4	72
Montignoso	28	465	27	493	76	1.332	6	108
Mulazzo	42	694	75	1.357	26	460	13	230
Podenzana	16	263	31	564	48	839	20	362
Pontremoli	65	1.083	118	2.119	90	1.575	12	223
Tresana	69	1.143	54	968	31	547	14	252
Villafranca in Lunigiana	83	1.372	80	1.435	11	200	5	85
Zeri	4	60	3	45	1	15	415	7.477
Totale Provincia	**1.664**	**27.507**	**1.637**	**29.462**	**1.907**	**33.524**	**700**	**12.601**

Fonte: Provincia di Massa Carrara, Programma Energetico Provinciale

11.5 INDIVIDUAZIONE DELLA LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

Di seguito all'analisi generale sulle proprietà specifiche di ognuna delle tecnologie affrontate, e delle reali caratteristiche e convenienze di utilizzo, il gruppo di lavoro ha portato la sua attenzione sulle possibili localizzazioni nell'ambito del territorio del Comune di Massa di impianti per la produzione di energia rinnovabile, sommando le competenze derivate dalle professionalità, alle opportunità ambientali, alle reali fattibilità amministrativo-legislative.

Sono stati così individuati possibili collocazioni, in considerazione delle diversificate esigenze connesse alle tipologie affrontate.

11.5.1 IMPIANTI EOLICI

In linea generale il territorio di Massa non si presta molto alla realizzazione di impianti eolici, per le caratteristiche orografiche che sommano una ventosità medio bassa ad ampie probabilità di turbolenze. Si è oltretutto evidenziata un'insufficiente conoscenza a cui potrebbe dare risposta un'indagine anemologica attenta della durata di circa un anno.

Nonostante ciò si è deciso di dare avvio ad un progetto indicativo, capace quindi di dare anche concrete indicazioni di studio, attivando due piccoli impianti eolici in siti significativi e diversificati: uno in zona alto-collinare Monte Brugiana, ed uno in zona litoranea. Altri due siti considerabili interessanti, sempre in zona montana sono stati identificati presso il Rifugio di Pian della Fioba e presso il Rifugio Nello Conti; il primo facilmente raggiungibile in automobile, il secondo quale esperimento connesso al turismo escursionista.

Il Programma Energetico Provinciale, approvato con Delibera di Consiglio n. 2 del 20/02/2006, individua, sulla base dell'atlante eolico e di rilevazioni dirette finalizzate all'analisi del potenziale eolico dell'area per uno sfruttamento a scopi energetici che, da alcuni anni, sono in corso in alcune zone dell'arco appenninico della Provincia, quello che potrebbe essere il potenziale teorico di energia ricavabile dal vento nel territorio provinciale.

A conferma della scarsa predisposizione del territorio del Comune di Massa all'installazione di impianti eolici, i siti identificati come possibili sedi di impianti si trovano, procedendo da Ovest a Est, dislocati sulla catena appenninica, in prossimità delle seguenti zone:

- Passo del Rastrello
- Monte Spiaggi
- Passo del Brattello
- Monte Molinatico
- Passo della Cisa
- Passo del Cirone
- Prati di Logarghena

- Passo del Lagastrello
- Passo del Cerreto
- Passo del Rastrello
- Monte Spiaggi
- Passo del Brattello
- Monte Molinatico
- Passo della Cisa
- Passo del Cirone
- Prati di Logarghena
- Passo del Lagastrello
- Passo del Cerreto

11.5.2 CENTRALI MINIDRAULICHE

Per quanto concerne le possibilità di installazione di impianti miniidraulici nel territorio del Comune di Massa, l'asta fluviale del fiume Frigido risulta l'ambito decisamente più consono, e più specificatamente i siti già storicamente individuati per la realizzazione di mulini e segherie di marmo.

A partire dalla località di Forno si individuano lungo il corso fluviale segherie e briglie che possono rimettere rapidamente in funzione piccole turbine, considerando che gli impianti di segagione hanno abbandonato l'uso dell'acqua come forza motrice. Si tratta complessivamente di 5 o 6 siti sfruttabili. Più a mare si incontra poi l'ex cartiera di Canevara che si presta per una installazione di un impianto prossimo ai 150 kW di potenza. Anche alcuni affluenti del Frigido offrono situazioni di utilizzo, come il grosso canale di irrigazione che si diparte da Canevara. Anche la cartiera prossima al borgo del Ponte è dotata di una turbina inutilizzata che può essere riattivata. L'ultimo sito degno di interesse ormai in città è in via dei Margini, ed è dotato di un salto geodetico di 22 m e una ricchezza d'acqua non indifferente.

Dalle informazioni contenute nel Programma Energetico Regionale, risultano attualmente attive, o in fase di autorizzazione, sul territorio comunale di Massa le seguenti centrali:

- Località Forno, Bacino Fiume Frigido, potenza installata 516,7 kW;
- Località Canevara, Bacino Fiume Antona, potenza installata 97,4 kW.

11.5.3 IMPIANTI SOLARI

Per quanto concerne l'installazione di impianti per la produzione di energia derivante dall'irradiazione solare, il gruppo di lavoro ha ritenuto che non fosse utile proporre in questa fase siti puntuali per eventuali installazioni, ma proporre un ambito più ampio di possibile e conveniente utilizzo che può riguardare edifici di proprietà dell'Amministrazione pubblica, ma investire anche il settore privato, e specificatamente quello connesso alle attività turistiche, come alberghi e stabilimenti balneari, proponendosi di coinvolgere più strettamente le associazioni di categoria operanti in tale ambito, per specificare con loro alcuni progetti pilota.

A scopo puramente statistico preme segnalare la presenza di alcuni impianti di una certa dimensione.

Il primo per dimensioni è quello installato sopra il capannone della Ricicleria di ASMIU S.p.A, in via Dorsale, realizzato grazie al finanziamento del 75% del Ministero dell'Ambiente nell'ambito del "Programma Tetti Fotovoltaici" e del 5% della Comunità Europea. La centrale fotovoltaica ha una potenza installata di 20 kW ed è in grado di produrre circa 24.000 kWh.

L'elettricità prodotta dall'impianto viene immessa direttamente nella rete di distribuzione nazionale. L'ENEL, riconosce all'ASMIU uno sconto corrispondente alla differenza tra l'elettricità prodotta e quella consumata.

Preme inoltre segnalare l'installazione di quattro impianti, di minori dimensioni (3 kW cadauno), presso altrettante scuole del Comune di Massa: le Scuole medie "Don Milani", "Bertagnini" e le elementari "Turano" e "Castagnola di Sotto". Inoltre, nel corso del 2004 sono stati stanziati dalla Provincia 160.000 € per installare altri tre impianti fotovoltaici presso ulteriori tre edifici scolastici, uno dei quali è I.T.I.S. "A. Meucci" di Massa.

11.5.4 IMPIANTI A BIOMASSE

In sintesi, sulla base dei dati riportati nel Programma Energetico Provinciale, il potenziale energetico da Biomasse sfruttabile sul territorio comunale risulta dalle tabelle successive.

Tabella 28. Ripartizione del potenziale energetico da biomasse forestali per comune

Comuni	Potenziale energetico (GJ/anno)	Energia elettrica producibile (MWh_e)	Energia elettrica producibile (GJ_e)	Energia termica producibile (MWh_t)	Energia termica producibile (GJ_t)	Potenza elettrica installabile (MW_e)	Potenza termica installabile (MW_t)
Aulla	7.928	551	1.984	1.762	6.343	0,1	0,4
Bagnone	11.401	792	2.851	2.534	9.122	0,1	0,6
Carrara	5.540	385	1.386	1.231	4.432	0,1	0,3
Casola	6.924	481	1.732	1.539	5.540	0,1	0,3
Comano	9.602	667	2.401	2.134	7.682	0,1	0,5
Filattiera	6.683	464	1.670	1.485	5.346	0,1	0,3
Fivizzano	29.849	2.073	7.463	6.633	23.879	0,3	1,5
Fosdinovo	10.016	696	2.506	2.226	8.014	0,1	0,5
Licciana	8.092	562	2.023	1.798	6.473	0,1	0,4
Massa	9.888	687	2.473	2.197	7.909	0,1	0,5
Montignoso	1.409	98	353	313	1.127	0,0	0,1
Mulazzo	17.731	1.231	4.432	3.940	14.184	0,2	0,9
Podenzana	3.691	256	922	820	2.952	0,0	0,2
Pontremoli	35.706	2.480	8.928	7.935	28.566	0,4	1,8
Tresana	8.977	623	2.243	1.995	7.182	0,1	0,5
Villafranca	3.842	267	961	854	3.074	0,0	0,2
Zeri	14.774	1.026	3.694	3.283	11.819	0,1	0,7
Provincia	*192.051*	*13.337*	*48.013*	*42.678*	153.641	*1,9*	*9,7*

Fonte: Provincia di Massa Carrara, Programma Energetico Provinciale

Tabella 29. Ripartizione comunale del potenziale energetico da biomasse agricole

	Cereali		Vite		Olivo		Fruttiferi	
Comuni	Paglia	Potenziale energetico	Tralci	Potenziale energetico	Frasca e legna	Potenziale energetico	Rami	Potenziale energetico
	t/anno	GJ/anno	t/anno	GJ/anno	t/anno	GJ/anno	t/anno	GJ/anno
Aulla	439	7.265	214	3.854	184	3.237	34	621
Bagnone	43	710	38	688	26	464	2	41
Carrara	53	874	107	1.923	74	1.300	2	43
Casola in Lunigiana	24	391	50	904	137	2.409	7	121
Comano	5	85	0	4	1	10	17	306
Filattiera	133	2.205	105	1.898	86	1.503	13	229
Fivizzano	450	7.447	387	6.967	545	9.580	100	1.802
Fosdinovo	14	230	96	1.735	312	5.490	26	466
Licciana Nardi	165	2.724	119	2.150	148	2.608	9	164
Massa	30	496	131	2.356	111	1.956	4	72
Montignoso	28	465	27	493	76	1.332	6	108
Mulazzo	42	694	75	1.357	26	460	13	230
Podenzana	16	263	31	564	48	839	20	362
Pontremoli	65	1.083	118	2.119	90	1.575	12	223
Tresana	69	1.143	54	968	31	547	14	252
Villafranca in Lunigiana	83	1.372	80	1.435	11	200	5	85
Zeri	4	60	3	45	1	15	415	7.477
Totale Provincia	**1.664**	**27.507**	**1.637**	**29.462**	**1.907**	**33.524**	**700**	**12.601**

Fonte: Provincia di Massa Carrara, Programma Energetico Provinciale

11.6 IN SINTESI

Monte Brugiana	- Impianto eolico
Zona litoranea	- Impianto eolico
Rifugio Pian della Fioba	- Impianto eolico
Rifugio Nello Conti	- Impianto eolico
Fiume Frigido (segherie, briglie)	- Impianti miniidraulici
Cartiera Canevara	- Impianto Miniidraulico
Affluenti fiume Frigido	- Impianti Miniidraulici
Canale di irrigazione	- Impianto Minidraulico
Canale Santa Lucia	- Impianto Miniidraulico
Via dei Margini	- Impianto Miniidraulico

11.7 ANALISI SWOT

11.7.1 IMPIANTO EOLICO MONTE BRUGIANA

DIMENSIONE INTERNA (ALL'INTERNO DEL GOVERNO LOCALE)	**PUNTI DI FORZA**	**PUNTI DI DEBOLEZZA**
	• Buon rapporto costo produzione • Impatto paesaggistico limitato • Distanza da centri abitati • Connubio con altre fonti rinnovabili • Presidio antiteppismo • Contesto naturalistico qualificato	• Scarsa conoscenza anemonica
DIMENSIONE ESTERNA (AL DI FUORI DEL GOVERNO LOCALE)	**OPPORTUNITÀ**	**MINACCE**
	• Finanziamento regionale • Presenza Piano di Azione A21 • Buona disposizione opinione pubblica • Valore educativo e sociale specifico	• ---

11.7.2 IMPIANTO EOLICO ZONA LITORANEA

DIMENSIONE INTERNA (ALL'INTERNO DEL GOVERNO LOCALE)	**PUNTI DI FORZA**	**PUNTI DI DEBOLEZZA**
	• Costo limitato • Collocazione ben visibile • Facilità di gestione • Valenza simbolico-educativa • Vicinanza linea elettrica •	• Scarsa conoscenza anemonica • Modesta produzione di energia
DIMENSIONE ESTERNA (AL DI FUORI DEL GOVERNO LOCALE)	**OPPORTUNITÀ**	**MINACCE**
	• Finanziamento regionale • Presenza Piano di Azione A21 • Buona disposizione opinione pubblica	• Impatto visivo

11.7.3 IMPIANTO EOLICO PIAN DELLA FIOBA

	PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
DIMENSIONE INTERNA (ALL'INTERNO DEL GOVERNO	• Buon rapporto costo produzione • Impatto paesaggistico limitato • Distanza da centri abitati • Contesto naturalistico qualificato • Facilità di accesso in auto	• Scarsa conoscenza anemonica • Rifugio CAI impraticabile • Rischio teppismo
	OPPORTUNITÀ	**MINACCE**
DIMENSIONE ESTERNA (AL DI FUORI DEL GOVERNO	• Finanziamento regionale • Presenza Piano di Azione A21 • Buona disposizione opinione pubblica	• Situazione attualmente precaria

11.7.4 IMPIANTO EOLICO RIFUGIO NELLO CONTI

	PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
DIMENSIONE INTERNA (ALL'INTERNO DEL GOVERNO LOCALE)	• Costo limitato • Impatto paesaggistico limitato • Distanza da centri abitati • Connubio con altre fonti rinnovabili • Presidio antiteppismo • Contesto naturalistico altamente qualificato • Valenza didattico naturalistica	• Scarsa conoscenza anemonica • Visibilità limitata agli escursionisti montani
	OPPORTUNITÀ	**MINACCE**
DIMENSIONE ESTERNA (AL DI FUORI DEL GOVERNO	• Finanziamento regionale • Presenza Piano di Azione A21 • Buona disposizione opinione pubblica	• Turbolenze climatiche

11.7.5 IMPIANTI MINIIDRAULICI ASTA FIUME FRIGIDO

	PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
DIMENSIONE INTERNA (ALL'INTERNO DEL GOVERNO LOCALE)	• Presenza di gore e briglie storiche • Presenza di strutture edili e tecnologiche storiche • Presenza di proprietà pubbliche • Presenza di salti d'acqua significativi • Siti facilmente raggiungibili • Presenza di altri impianti di produzione già attivi	• Proprietà privata di alcuni siti • Potenza limitata per presenza di eventi siccitosi • Presenza di detriti nei canali
	OPPORTUNITÀ	**MINACCE**
DIMENSIONE ESTERNA (AL DI FUORI DEL GOVERNO LOCALE)	• Finanziamento regionale • Presenza Piano di Azione A21 • Valorizzazione di edifici storici abbandonati • Sinergie con altre forme di gestione sostennibile nel territorio • Possibile utilizzo pedagogico e turistico	• Possibili difficoltà nelle concessioni

11.7.6 IMPIANTI MINIIDRAULICI AFFLUENTI DEL FIUME FRIGIDO

	PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
DIMENSIONE INTERNA (ALL'INTERNO DEL GOVERNO	• Presenza di gore e briglie storiche • Presenza di salti d'acqua significativi • Siti facilmente raggiungibili • Facile attacco alla rete di distribuzione	• Presenza di detriti nei canali
	OPPORTUNITÀ	**MINACCE**
DIMENSIONE ESTERNA (AL DI FUORI DEL GOVERNO	• Finanziamento regionale • Presenza Piano di Azione A21 • Creazione di un bacino di carico per aumentare la potenza e compensare gli eventi siccitosi	• Possibili difficoltà nelle concessioni

11.7.7 IMPIANTO MINIIDRAULICO EX CARTIERA DI CANEVARA

	PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
DIMENSIONE INTERNA (ALL'INTERNO DEL GOVERNO)	• Struttura già presente e in buono stato • Proprietà pubblica • Buon salto d'acqua • Buona potenza ottenibile (150 Kw) • Sito facilmente raggiungibile	• Presenza di detriti di marmo
	OPPORTUNITÀ	**MINACCE**
DIMENSIONE ESTERNA (AL DI FUORI DEL GOVERNO)	• Finanziamento regionale • Presenza Piano di Azione A21 • Valorizzazione dell' edificio storico • Sinergie con altre forme di gestione sostennibile nel territorio	• Possibili difficoltà nelle concessioni

11.7.8 IMPIANTO MINIDRAULICO EX CARTIERA SANTA LUCIA

	PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
DIMENSIONE INTERNA (ALL'INTERNO DEL GOVERNO)	• Struttura edilizia storica già presente • Turbina da 20 Kw già presente in loco (?) • Facile allaccio in rete • Sito facilmente raggiungibile •	• Proprietà privata
	OPPORTUNITÀ	**MINACCE**
DIMENSIONE ESTERNA (AL DI FUORI DEL GOVERNO)	• Finanziamento regionale • Presenza Piano di Azione A21 • Valorizzazione di edificio storico	• Possibili altri utilizzi privati

11.7.9 IMPIANTI MINIIDRAULICI CANALE DI IRRIGAZIONE

	PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
DIMENSIONE INTERNA (ALL'INTERNO DEL GOVERNO)	• Presenza di gora storica • Presenza di strutture in sito • Potenza possibile 30 Kw a impianto • Siti facilmente raggiungibili • Facile attacco alla rete	• ---
DIMENSIONE ESTERNA (AL DI FUORI DEL GOVERNO)	**OPPORTUNITÀ**	**MINACCE**
	• Finanziamento regionale • Presenza Piano di Azione A21	• Possibili difficoltà nelle concessioni (?)

11.7.10 IMPIANTO MINIDRAULICO VIA DEI MARGINI

	PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
DIMENSIONE INTERNA (ALL'INTERNO DEL GOVERNO)	• Salto d'acqua significativo • 900 litri di portata (non costanti) • Potenza recuperabile 100-150 Kw • Vicinanza al centro cittadino • Facile allaccio in rete	• ---
DIMENSIONE ESTERNA (AL DI FUORI DEL GOVERNO)	**OPPORTUNITÀ**	**MINACCE**
	• Finanziamento regionale • Presenza Piano di Azione A21	• Possibili difficoltà nelle concessioni (?)

12 PROGETTO PRELIMINARE MINICENTRALE IDRAULICA DENOMINATA "SANT'ANNA"

Il comune di Massa, nell'ambito dell'attività dell'Agenda 21, progetto miniidraulica, si propone di utilizzare e valorizzare le risorse del territorio operando direttamente o promuovendo la realizzazione di microcentrali da parte di terzi interessati. A tal fine viene realizzato lo studio in oggetto.

Per la scelta dei siti e per la valutazione di fattibilità delle opere sono stati utilizzati i seguenti criteri:

- massimizzazione della producibilità di energia;
- scarso o nullo impatto ambientale;
- limitate opere civili o idrauliche rispetto al!' esistente;
- valorizzazione del territorio;
- limitazione degli investimenti.

Non sempre tali criteri sono concordi fra loro e si è pensato di raggiungere un compromesso ottimale mediante l'adozione di due scelte tecniche fondamentali.

La prima riguarda lo sfruttamento delle briglie e/o dei canali esistenti, un tempo impiegati per deviare l'acqua alle segherie, e quindi realizzare i suddetti impianti immediatamente a valle delle briglie stesse; tale scelta comporta i seguenti vantaggi:

- pulizia dell'alveo a ridosso delle briglie con eliminazione della massa di detriti accumulatisi nel corso degli anni (la formazione del laghetto generato dal rigurgito può creare zone adatte all'insediamento e al ripopolamento di alcune specie ittiche);
- nessuna necessità di installazione di lunghe ed onerose condotte;
- riprofilatura delle briglie recuperandone l'estetica e la loro capacità regimatrice;
- facilità di intervento data la vicinanza delle briglie alla strada provinciale.

La seconda scelta riguarda la limitazione della potenza delle centrali a circa 30 kW, ciò comporta:

- limitazione del costo delle centrali;
- limitazione della quantità di acqua deviata dal corso del fiume;
- massimizzazione della produzione di energia rispetto all'investimento;
- semplificazione del macchinario elettromeccanico, (nell'eventualità di un futuro potenziamento delle centrali sarà sempre possibile adeguare il macchinario elettromeccanico);
- collegamento alla rete di bassa tensione con ulteriore riduzione dei costi;
- ridotte dimensioni del fabbricato destinato ad accogliere il macchinario e maggiore facilità di inserimento ambientale e/o eventuale occultamento.

Di seguito viene descritto il progetto relativo alla centralina di Sant'Anna; le altre hanno sostanzialmente le stesse caratteristiche tecniche e di producibilità e le uniche differenze stanno nei dettagli inerenti al sito.

12.1 DESCRIZIONE DEL SITO E DELLE STRUTTURE ESISTENTI

Nelle vicinanze dell'abitato di Forno, vicino alla piccola Chiesa di Sant'Anna, esisteva (è stata demolita recentemente per realizzare un parcheggio) una piccola segheria dimessa da tempo.

Il progetto della microcentrale prevede di utilizzare le strutture ancora esistenti facenti parte dell'ex segheria al fine di realizzare un piccolo impianto idroelettrico la cui energia verrà ceduta alla rete ENEL per vendita o vettoriamento.

Le opere idrauliche esistenti consistono in una briglia di captazione sita a quota m. 310 slm; essa è in parte sciupata dall'abrasione continua causata dal passaggio dei ciottoli del fiume, ma può facilmente essere ripristinata. La briglia devia le acque in un canale scoperto, che le portava direttamente ad una vasca di carico da cui, in passato, veniva alimentata la turbina che azionava la segheria.

Ai fini della realizzazione dell'impianto idroelettrico può essere sfruttato il canale di adduzione dell'acqua fino al punto in cui arriva all'area destinata al parcheggio; il salto sfruttabile è ancora all'incirca 5 metri e consente la realizzazione di un impianto avente una potenza di circa 30 kW.

Sono ancora funzionanti le paratoie metalliche per l'intercettazione dell'acqua nonché la vecchia griglia di filtraggio.

L'acqua scaricata dalla turbina viene riversata direttamente nel fiume a quota 305 realizzando un dislivello di 5 m.

12.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE NECESSARIE ALLA REALIZZAZIONE DELLA CENTRALE

12.2.1 OPERA DI PRESA

Il progetto di recupero prevede solamente il ripristino del profilo della briglia secondo il livello originale rinforzandola adeguatamente per resistere all'abrasione con inserti di materiale lapideo (porfido o basalto).

12.2.2 CANALE DI DERIVAZIONE

Deviata dalla briglia l'acqua entra in un canale esistente lungo circa 100 m alla fine del quale sarà previsto un sistema di filtrazione automatico realizzato equipaggiando l'attuale griglia con un dispositivo, azionato su comando esterno automatico o temporizzato, capace di rimuovere il materiale solido (rami, foglie, etc.) trasportato dal fiume.

Potrà rendersi necessario posizionare un dissabbiatore-sghiaiatore per la pulizia periodica del canale (è possibile che il canale abbia già un dispositivo in tal senso attualmente non visibile).

12.2.3 CONDOTTA FORZATA

Non c'è necessità di condotta forzata in quanto il canale è collegato direttamente alle turbine mediante un brevissimo tratto di tubo che alimenta le macchine.

12.2.4 CANALE DI SCARICO

È posto immediatamente sotto lo scarico delle turbine e collega la centrale col fiume: è costituito sostanzialmente da un tratto di tubo.

12.2.5 FABBRICATO DELLA CENTRALE

Consisterà essenzialmente in un vano unico delle dimensioni indicative di un container (3 m x 2 m), eventualmente prefabbricato e successivamente interrato sotto il parcheggio al termine del canale di adduzione dell'acqua; in esso saranno alloggiate le turbine, i generatori, i quadri elettrici e la cabina di consegna energia in bassa tensione.

In allegato II-1 è riportato un disegno della planimetria della sala macchine.

12.3 DESCRIZIONE DELLE APPARECCHIATURE NECESSARIE ALLA REALIZZAZIONE DELLA CENTRALE – MACCHINARIO ELETTROMECCANICO

12.3.1 TURBINA/E

Dato il modestissimo salto a disposizione e la rilevante portata di acqua non è conveniente utilizzare turbine, che risultano sproporzionate ad impianti modesti, ma è meglio servirsi di pompe centrifughe di serie, in cui l'inserzione o il distacco dei gruppi sarà determinato dalla disponibilità di acqua nel fiume e la curva di produzione risulterà a gradini di potenza (questo fatto non comporta nessun inconveniente non avendo la centrale in oggetto alcun compito di regolazione). Resta da determinare l'opportunità di installare un solo gruppo da 30 kW o diversi gruppi di taglia minore.

La girante sarà calettata su un albero in acciaio al carbonio di diametro opportuno; l'albero ruoterà su cuscinetti a rotolamento, lubrificati a grasso, esterni alla cassa della girante, l'accoppiamento della turbina al generatore avverrà tramite un moltiplicatore di giri con pulegge e cinghie dentate.

Il telaio di supporto turbina generatore sarà realizzato con robusti profilati di acciaio al carbonio saldati fra loro, al fine di assicurare la necessaria rigidezza strutturale e l'assenza di vibrazioni.

La girante sarà bilanciata dinamicamente per poter sopportare, per un tempo indefinito, una velocità di rotazione pari al doppio delle velocità normale.

La potenza complessiva delle turbine sarà determinata dalla massima portata derivabile di acqua; si ritiene conveniente limitare la potenza complessiva delle macchine al valore di 30 kW, in modo da contenere i costi di installazione e di limitare la portata di acqua prelevata dalla corrente del fiume a soli 600/700 litri/sec. e quindi non perturbarne apprezzabilmente la idraulicità tranne in caso di magre marcate in cui l'acqua sarà derivata in quantità minori, al limite fermando la centrale.

Una macchina di potenza non eccessiva consentirà il funzionamento a buon rendimento anche con le basse portate del fiume che inevitabilmente si avranno per la maggior parte dell'anno.

L'esperienza di esercizio consentirà di valutare un possibile potenziamento della centrale da effettuare in un secondo tempo, se le condizioni di portata del fiume lo consentiranno.

12.3.2 GENERATORI ELETTRICI

Per impianti di questa taglia la scelta del generatore elettrico è praticamente limitata al tipo asincrono per la sua robustezza, affidabilità, e semplicità di esercizio, in particolare per quanto riguarda le operazioni di messa in parallelo alla rete elettrica.

Le caratteristiche principali del generatore saranno le seguenti:

- potenza nominale di 32 kW;
- tensione nominale 400 Volts;
- frequenza 50 Hz poli 6;
- velocità di rotazione 1050 giri/min;
- rotore a gabbia di scoiattolo morsettiera a 6 morsetti;
- protezione IP 23 o superiori;
- protezione morsettiera IP 44;
- velocità di bilanciamento pari al doppio della velocità normale.

Il generatore sarà corredato da protezioni elettriche di minima e di massima tensione, di frequenza, a squilibrio di corrente. La protezione di massima corrente sarà annessa all'interruttore di macchina. Un relè a ritorno di energia, ritardato, impedirà il funzionamento del generatore in modalità motore.

12.3.3 SISTEMA DI RIFASAMENTO

Poiché il generatore asincrono non può regolare il fattore di potenza dell'energia elettrica erogata, esso sarà equipaggiato con un dispositivo di rifasamento del carico mediante batterie di condensatori inserite automaticamente in modo da mantenere il $\cos\varphi$ dell'energia elettrica erogata non inferiore a 0,95 capacitiva. Il sistema di rifasamento potrà all'occorrenza essere azionato anche manualmente.

12.3.4 TRASFORMATORE

Non è necessario dato il collegamento alla rete di bassa tensione. La scelta di limitare la potenza a 30 kW è dettata anche dalla opportunità di immettere energia nella rete a bassa tensione semplificando in tal modo gli impianti elettrici.

12.3.5 SISTEMA ELETTRICO DI PROTEZIONE, INTERRUZIONE E SEZIONAMENTO DEL GRUPPO

Il gruppo idroelettrico sarà protetto da un interruttore automatico di linea, completo di differenziale, da un contattore automatico di inserzione e sgancio per mancanza di tensione di linea, il tutto asservito al pannello di interfaccia, realizzato secondo la Norma ENEL, D V 601.

In allegato II-4 è riportato lo schema unifilare dell'impianto, conformemente alle NORME CEI 11-20 ed ai criteri della norma ENEL DK 5940 di allacciamento e autoproduzione per impianti di questo tipo.

12.3.6 QUADRO ELETTRICO DI MANOVRA

In un unico armadio saranno contenuti tutti i dispositivi di interruzione e sezionamento, i circuiti ausiliari, il sistema di misura fiscale UTF e le apparecchiature di misura elettriche (tensione, corrente, frequenza, potenza attiva e reattiva). Il predetto quadro, le cui dimensioni di massima sono 100 x 60 x 210, sarà realizzato in lamiera trattata e con grado di protezione IP54.

12.3.7 QUADRO ELETTRICO DI COMANDO

Simile nel tipo e dimensioni al quadro di manovra, esso conterrà tutti i dispositivi di protezione, di regolazione, di elaborazione, le apparecchiature di rilevamento dei segnali dal campo e le misure di processo (livello vasca di carico, pressione, portata, velocità di rotazione) nonché i dispositivi e tutti i comandi per la conduzione e regolazione automatica o manuale dell'impianto.

L'unità idroelettrica dovrà operare completamente in automatico non presidiata, essa dovrà avviarsi automaticamente tutte le volte che sussistono le condizione adatte alla generazione elettrica e regolare la potenza in funzione della disponibilità di acqua rilevabile, tramite una misura di livello della vasca di carico, assicurando con ciò il massimo sfruttamento dell'energia idraulica disponibile.

Per ricerca guasti o prove, sarà possibile anche la manovra manuale dell'impianto.

Le logiche di governo del gruppo sono del tipo statico a microprocessore (PLC), che elabora i segnali provenienti dal campo, ricava la tendenza alla variazione e provvede a dare gli opportuni comandi per la modifica di assetto dell'impianto o la fermata o l'arresto del gruppo in base ad un programma preordino.

12.3.8 CABINA DI MEDIA TENSIONE

Non è prevista.

12.3.9 COLLEGAMENTO ALLA RETE ENEL

Il collegamento alla rete ENEL sarà effettuato mediante un breve tratto di linea interrata collegata con cavi unipolari alla centrate.

12.3.10 MAGLIA DI TERRA

Tutte le parti metalliche dell'impianto e tutte le apparecchiature elettriche dovranno essere collegate elettricamente a terra; a tal fine l'insieme del sistema di messa a terra sarà costituito da:

- conduttore di protezione (PE), conduttori equipotenziali principali;
- (EQP), conduttori e linee di messa a terra;
- collettore o nodo principale di terra (MT) costituito da una robusta piattina di rame tale da immorsare i terminali di terra di cui sopra;
- maglia di terra costituita da un anello esterno al perimetro della centrale, realizzata in corda di rame con sezione minima di 40 mm^2 o acciaio zincato con sezione minima di 50 mm^2, tale anello collegherà elettricamente una serie di dispersori infissi esternamente al perimetro dell'edificio, la disposizione ed il numero di dispersori sarà determinata dalla morfologia del terreno al fine di minimizzare il valore della resistenza di terra (RT< 20 OHM).

Tutti gli impianti saranno realizzati conformemente alla legislazione e alle norme CEI vigenti.

12.3.11 IMPIANTI LUCE ED FM

Gli impianti elettrici di luce e FM saranno circuitalmente separati ed alimentati dal quadro servizi ausiliari con alimentazione esterna a 220 Volts, ambedue saranno realizzati del tipo TT (CEI 64-8/4).

L'illuminazione sarà realizzata mediante corpi illuminanti in plafoniere stagne.

I predetti circuiti saranno dotati di terminale giallo/verde collegato al collettore di terra, oltre a ciò saranno equipaggiati con interruttore magnetotermico e differenziale ad alta sensibilità (Id = 0,3 A) e tempo di intervento di 0,2 sec.

12.3.12 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E SICUREZZA

La struttura contenente la centrale sarà dotata di impianto d'illuminazione di sicurezza in corrente continua, costituito da un sistema di batterie in tampone; tale impianto sarà conforme ai dettami legislativi e normativi vigenti.

Le segnalazioni luminose di sicurezza saranno conformi ai dettami della norma UNI EN 1838.

12.4 SICUREZZA, IGIENE, SALUTE

12.4.1 SICUREZZA

Il tema della sicurezza sarà affrontato soprattutto in fase di progettazione, esaminando accuratamente i seguenti punti principali:

- sicurezza idraulica al fine di evitare allagamenti e o dissesti idrogeologici, rischi di annegamento, danni a persone o cose; in particolare la struttura della centrale, oltre ad essere posizionata in modo da evitare allagamenti da parte del fiume Frigido in caso di piena, sarà dotato di opportune aperture e vie di fuga, tali da consentire un facile deflusso delle acque accidentalmente sversate e quindi impedire allagamenti del locale macchine e quadri elettrici;
- sicurezza elettrica: all'interno della centrale tutte le apparecchiature elettriche saranno racchiuse in armadi metallici collegati elettricamente a terra, i quadri elettrici saranno realizzati secondo le norme CEI 11 e CEI 17, il generatore asincrono risponde alle norme CEI 02-3;
- sicurezza in esercizio: la centrale idroelettrica sarà progettata e costruita in modo da non essere presidiata nel normale esercizio;
- sicurezza in manutenzione: la centrale, oltre ad essere dotata di tutti i dispositivi di intercettazione, isolamento etc., atti a rendere possibile e sicuro ogni eventuale intervento, sarà progettata e costruita in modo da tenere presenti le necessità in termini di spazi, luoghi e modalità esecutive, ossia tale da essere globalmente sicura nel suo assetto di fermata per manutenzioni, revisioni, verifiche etc.

12.4.2 IGIENE

Nell'impianto non sono presenti sostanze pericolose né stoccaggio di combustibili; la centrale sarà curata anche dal punto di vista della rumorosità soprattutto per evitare fastidi agli abitanti della frazione.

12.4.3 SALUTE

Lo stato dei luoghi è tale da rispondere ai dettami dei DPR 547/55, DPR 303/56, DPR 164/56; D.Lgs. 626/94 e s.m.i. e comunque di tutta la legislazione vigente.

12.5 IDROLOGIA

Per la generazione di energia idroelettrica verrà utilizzata al massimo possibile compatibilmente con la portata della sorgente; i dettagli sulle producibilità e sulle portate di acqua derivabili sono indicati nel foglio di lavoro allegato (allegato II-3), da esso si evince che la portata per cui viene richiesta la concessione è di moduli 8 (800 litri/sec) per un salto motore di 5 m.

La potenza di concessione si ricava dalla formula:

- W = litri/sec x altezza: 102 = kW
- Pari a 5 x 800 = 40 kW idraulici
- A meno del rendimento complessivo stimato circa 80% si arriva circa 30 K w elettrici.

(Vedi Allegato II-3: Idrologia e calcolo della producibilità).

12.6 PRODUCIBILITÀ DELLA CENTRALE

Nelle ipotesi di lavoro formulate si può stimare una producibilità annua di circa 200.000 kWh, con una producibilità minima di 190.000 kWh/a e una massima di 230.000 kWh/a.

La potenza massima dei turbogeneratori è stata prevista in 30 kW e sulla base di essa è stata stimata la producibilità; in seguito sarà valutata la possibilità di un successivo potenziamento se la portata derivabile risultasse superiore alle previsioni.

Naturalmente le relative valutazioni economiche dovranno essere approfondite; comunque con una producibilità media di 200.000 kWh/a il ricavo, con i prezzi attuali (0,0839 Euro/kWh) risulta di 16.780 Euro/anno lordi. A questo ricavo, per otto anni, vanno sommati i benefici derivanti dalla vendita dei "certificati verdi" che corrispondono, grosso modo con i prezzi attuali, ad un ulteriore introito di circa 15.000 Euro annui.

12.7 BENEFICI AMBIENTALI

Come tutte le forme di energia rinnovabile, anche l'attivazione di un qualsiasi impianto idroelettrico contribuirà, seppur in maniera minima, alla riduzione degli inquinanti congruentemente al trattato di Kyoto, ciò evitando o sostituendosi al suo equivalente di combustibile fossile che altrimenti sarebbe stato bruciato nelle centrali termoelettriche, che in questa sede si è convenuto confrontarsi col carbone.

Nella tabella sottoelencata sono riportate le emissioni di inquinanti medie per la combustione di carbone rispetto all'energia prodotta.

Tabella 30. Emissioni di inquinanti medie per la combustione di carbone

SO_2 (Biossido di Zolfo)	0,087	Ton/mwh
NOx (Ossidi di Azoto)	0,025	Ton/mwh
CO_2 (Anidride Carbonica)	1,65	Ton/mwh
Ceneri	0,068	Ton/mwh
Polveri	0,00039	Ton/mwh
Carbone non bruciato	0,45	Ton/mwh

In seguito all'avviamento di una centrale avente la produzione di 100.000 kWh/anno si potranno stimare i seguenti benefici in termini di riduzioni di inquinanti espresse in Ton/anno.

Tabella 31. Riduzioni di inquinanti

SO_2 (Biossido di Zolfo)	8,7	Ton/anno
NOx (Ossidi di Azoto)	2,5	Ton/anno
CO_2 (Anidride Carbonica)	165	Ton/anno
Ceneri	6,8	Ton/anno
Polveri	0,04	Ton/anno
Carbone non bruciato	45	Ton/anno

12.8 ALTRI SITI

Scendendo lungo l'asta principale del Frigido, dopo la Chiesa di Sant'Anna, si incontrano altre tre briglie presso le quali è possibile installare altrettante centraline idroelettriche le cui caratteristiche tecniche e di producibilità sono sostanzialmente simili a quelle della centrale sopra descritta.

I siti corrispondenti sono individuabili negli allegati II-5 e II-6, dove sono riportate, rispettivamente, la corografia 1:5.000 e alcune foto del report fotografico.

In caso di eventuale realizzazione dovranno essere sviluppati i progetti esecutivi nei quali verranno esaminati in dettaglio le problematiche relative ai singoli siti.

12.9 ALLEGATI

Fanno parte della seguente relazione i seguenti allegati tecnici ed economici.

- All. II-1 Planimetria sala macchine e disposizione del macchinario
- All. II-2 Preventivo di massima dei costi di realizzazione
- All. II-3 Idrologia e calcolo della producibilità
- All. II-4 Schema elettrico unifilare
- All. II-5 Corografia del territorio 1:5000
- All. II-6 Report fotografico relativo ai siti individuati

13 PROGETTO IMPIANTO MICRO EOLICO PARCO RONCHI DI MASSA

Dati tecnici dell'impianto:

- Aerogeneratore Southwest Windpower, modello AIR X 400 Marine.
- Potenza nominale 400 W a 12,5 m/sec.
- Tensione del sistema 12Vcc.
- Diametro del rotore 115 cm.
- Corpo in alluminio stampato con sistemi ad alta precisione.
- Peso totale dell'aerogeneratore molto contenuto (6 kg).
- Alternatore a magneti permanenti.
- Raddrizzatore di corrente e controller di tensione a microprocessore incorporati.

Sistema di accumulo:

- Batterie Pb acido semi stazionarie con piastre positive tubolari per una capacità totale di 420Ah (C20).

13.1 RELAZIONE FUNZIONALE

Questo generatore eolico per impianti stand-alone trasforma l'energia del vento, rastrellata dalle pale del rotore, in energia elettrica tramite l'alternatore a magneti permanenti di cui è dotato. Detta energia, all'interno dell'aerogeneratore, viene raddrizzata e regolata da un apposito dispositivo "controller a microprocessore" in corrente continua ad una tensione di esercizio compatibile allo stato di carica degli accumulatori.

Gli accumulatori utilizzati in questa applicazione sono batterie Pb acido del tipo semi stazionario con piastre positive tubolari, dalle quali, mediante un dispositivo di comando crepuscolare/orario, viene prelevata l'energia elettrica impiegata in questo caso per alimentare le lampade sommerse della fontana e la lampada interrata alla base del palo di sostegno del generatore.

13.2 CHIARIMENTI SPECIFICI SULL'INSTALLAZIONE STAND-ALONE PARCO DEI RONCHI.

L'installazione microeolica sperimentale del Parco dei Ronchi "sfrutta" l'illuminazione della fontana come valido veicolo per la diffusione della cultura delle energie rinnovabili, e principalmente come dato di partenza per la difficile valutazione dei parametri comunemente utilizzati nella progettazione di un impianto eolico stand-alone quali:

- Velocità media annua del vento in m/s nel sito prescelto per l'installazione.
- Energia necessaria all'utilizzatore da alimentare.
- Autonomia da garantire all'utilizzatore.
- Capacità e tipologia degli accumulatori da utilizzare.
- Altezza e distanza di eventuali ostacoli e la loro influenza sul flusso del vento.
- Altezza della torre di sostegno dell'aerogeneratore.
- Taglia e prestazioni dell'aerogeneratore da installare.

Ad oggi però, a causa di scarsa e poco diffusa letteratura tecnica di settore e delle caratteristiche orografiche varie e differenziate del nostro territorio, vengono di sovente fornite per le sovracitate valutazioni, tabelle con valori indicativi e presunti.

Ulteriori difficoltà consistono in valutazioni legate all'esercizio dell'impianto, ad esempio:

- Perdite di energia (cadute di tensioni molto influenti nei circuiti funzionanti a bassissima tensione-12Vcc) indotte dai circuiti elettrici di collegamento dell'aerogeneratore agli accumulatori e da questi ultimi all'utilizzatore (non sempre vicini fra loro)

- Consumo di energia dovuto al processo elettrochimico di carica e scarica delle batterie.
- Rispetto della profondità di scarica degli accumulatori Pb acido solitamente fissata al 70% per garantire agli stessi una lunga durata.
- Caratteristiche del generatore eolico utilizzato, in quanto ogni generatore eolico ha un range di funzionamento compreso tra una velocità minima ed una massima del vento, quindi l'energia da esso prodotta non è la perfetta risultanza del vento medio ipotizzato.
- Sfruttamento del vento che, come per altre energie rinnovabili, non è facilmente programmabile per applicazione in impianti stand-alone, in quanto si potrebbe avere una ventosità di buona intensità con accumulatori però già carichi al 100% e totale assenza di vento con accumulatori scarichi.

In conseguenza di quanto sopra, è facilmente intuibile che un'installazione progettata con spirito ottimista potrebbe risultare sotto dimensionata mentre la stessa, progettata utilizzando parametri prudenziali, potrebbe risultare sovra dimensionata incidendo negativamente nel riscontro fra il costo di realizzazione e l'energia prodotta.

Il progetto dell'impianto micro eolico sperimentale del Parco dei Ronchi si propone di esaminare quanto sin qui esposto partendo da un dato certo: l'energia effettivamente resa alle lampade per l'illuminazione della fontana in un dato tempo, e da qui ripercorrere a ritroso tutte le valutazioni suddette per assegnare a ciascun parametro un valore più significativo rispetto alla nostra fascia costiera.

13.3 PERCHÉ NON È CONNESSO IN RETE?

Il motivo principale è che la normativa (D.Lgs 79/99) e in particolare quanto stabilisce L'Autorità per l'energia elettrica e il gas, organo a cui e demandato il compito di normare lo scambio per impianti con potenza inferiore ai 20 KWP, prevede che si possano connettere impianti fino alla suddetta taglia che producono energia da fonti rinnovabili, ma non ha normato lo scambio di energia prodotta da impianto eolico e il suo collegamento in rete e quindi l'Enel si può rifiutare di collegare l'impianto.

In questo caso, vista la piccola produzione, avrebbe inciso troppo anche il costo dell'inverter e sarebbe stato più complesso il monitoraggio ai fini della misurazione del vento.

14 ENERGIE RINNOVABILI NELLE SCUOLE

La difesa dell'ambiente, il risparmio energetico, lo sviluppo sostenibile, devono assumere soprattutto nelle giovani generazioni significati veri e profondi capaci di essere forza trainante rispetto ad un salto culturale dove i protagonisti sono proprio i cittadini del futuro. Energia Pulita ed educazione al Risparmio un binomio importante sul quale "convertire" soprattutto i giovanissimi.

Passare dal gioco, alla simulazione, dalla simulazione, alla realtà, attraverso percorsi formativi e conoscitivi e, soprattutto esperienze dirette sul campo, rappresenta un processo di crescita, non solo civica, importante e costruttivo.

Tale percorso, potrebbe svilupparsi all'interno di un progetto scuola vero e proprio che abbia come indicatori le energie rinnovabili ed il risparmio energetico.

Dalle ricerche condotte sui dati a disposizione, proiezioni su sei scuole del Comune di Massa, (vedere scheda riassuntiva) si possono trovare alcune situazioni in cui articolare e svolgere quella azione pratica coinvolgendo alunni personale docente e addetti ai lavori .

In particolare l'attenzione è centrata sulla scuola di Casette e sulla scuola di Turano.

Tali strutture, con investimenti minimi, per l'istallazione dei pannelli, rispettivamente 14 Mila Euro per Turano e 8 Mila per le Casette, potrebbero essere dotati di impianti capaci di fare fronte ai fabbisogni energetici delle 2 strutture.

Tutto questo deve essere comunque accompagnato da una azione mirata di sensibilizzazione degli alunni, attraverso iniziative, manifestazioni, incontri su tali argomenti. Si avrebbe quindi quel progetto scuola di cui sopra si diceva articolato in periodo di tempo capace di far apprendere agli alunni, tali concetti, magari anche attraverso una azione che preveda una educazione vera e propria al risparmio, con l'eventuale possibilità di utilizzo di lampade a basso consumo.

Sarebbe questa, se realizzata, un'azione importante e significativa, del Progetto RIMA 21, capace di tradurre dalla teoria all'azione pratica, progetti significativi.

"FABER EST SUAE QUISQUE FORTUNAE" Appio Claudio

(Ciascuno è artefice del proprio destino)

STRUTTURA RILEVATA	CONSUMI ANNUI MEDI DI ENERGIA ELETTRICA kWH	SUPERFICIE LORDA M^2	KWP FV	M^2	CLASSE DI MERITO	COSTO
Scuola elementare Forno	17.590	1.453	16	160	S	12.000,00
Scuola Elementare Casette	2.986	687	3	30	B	22.500,00
Scuola elementare e materna Ortola	14.945	1.041	14	140	I	105.000,00
Scuola materna ed elementare di Turano	5.325	941	5	50	B	37.500,00
Scuola media Paolo Ferrari	39.943	3952	37	370	S	277.000,00
Scuola elementare S. Giuseppe V.	11.816	1.053	11	110	I	82.500,00
Scuola elementare Castagnola di Sotto	9401	581	8	80	I	60.000,00

Legenda:

- kWh = consumi rilevati da fonte Comune di Massa Ufficio fabbricati;
- KWP = numero KWP di fotovoltaico necessari a coprire l'intero consumo;
- m^2 = spazio necessario per l'impianto fotovoltaico espresso in metri quadrati;
- Costo = ammontare della spesa per l'impianto dal quale va detratto il contributo a fondo perduto (che oggi è il 62%) e aggiunta l'IVA;
- Considerato che oggi il costo kWh Enel è circa _____ €;
- CLASSE DI MERITO: riferimento sinossi Ernst & Young (B=buono; S=sufficiente; I=insufficiente).

Sicuramente l'installazione di questi impianti nelle scuole è auspicabile e proponibile per i motivi sopra descritti per cui non si può che auspicare che l'Amministrazione Comunale decida di mettere nel proprio piano investimenti stanziamenti che vadano in questa direzione per qualcuna di queste scuole analizzate sulla base della tipologia e efficienza energetica attuale. Tutto ciò completerebbe il progetto di educazione ambientale promosso sempre da RI.MA 21 con le scuole e la certificazione Energetica degli edifici scolastici su cui lo stesso gruppo ha lavorato ed elaborato le proposte nella direzione del risparmio e dell'efficienza energetica.

15 DOPO IL RI.MA. 21

Questo capitolo vuole individuare i possibili passi da compiere successivamente all'adozione da parte del Forum di Agenda 21 del Comune di Massa del *RI.MA. 21 – "Risorse rinnovabili e risparmio energetico nel Comune di Massa".*

15.1 AGGIORNAMENTO/ADOZIONE DEL PIANO ENERGETICO COMUNALE

L'Art. 5 della L. n. 10/91, al comma 5, stabilisce che i Piani Regolatori Generali dei Comuni con popolazione superiore a 50.000 abitanti debbano prevedere uno specifico piano a livello comunale relativo all'uso delle fonti rinnovabili di energia, ossia un Piano Energetico Comunale (PEC).

Obiettivo di tale PEC é l'integrazione del fattore "energia" nella pianificazione del territorio, mediante l'individuazione delle scelte strategiche migliorative dello stato ambientale comunale e la promozione dell'uso razionale delle risorse, nella direzione di uno sviluppo sostenibile.

L'introduzione della variabile energia, nelle procedure di pianificazione e gestione del territorio, non solo risponde ad un obbligo di legge, ma rappresenta un'importante opportunità per lo sviluppo e il cambiamento della città nel quadro delle direttive e dei finanziamenti nazionali ed europei.

Nonostante la legge non specifichi quali debbano essere le modalità e i contenuti del PEC, viene al contrario chiaramente definito il concetto di "fonte energetica rinnovabile" e il carattere di "pubblico interesse" e di "pubblica utilità" legato a tali fonti.

Il PEC è quindi uno strumento indispensabile per la programmazione del territorio verso la sostenibilità economica, sociale ed ambientale.

Il Comune ha affidato un incarico per la redazione del Piano Energetico Comunale, terminato con un documento in bozza, consegnato nel corso del 1999, ma mai adottato.

Il documento esistente necessità di un profondo e specifico adeguamento tecnico e informativo, alla luce del mutato scenario energetico, normativo, nonché urbanistico strutturale e pianificatorio.

A tal proposito, preme sottolineare come il Piano in oggetto, analogamente ad altri strumenti settoriali, si riveli indispensabile ai fini della elaborazione e approvazione del principale strumento di pianificazione territoriale comunale, attualmente in via di aggiornamento, coerente con l'attuale contesto comunale e le future previsioni di sviluppo, in direzione "sostenibile".

15.2 ELEMENTI DI EDILIZIA SOSTENIBILE E RISPARMIO ENERGETICO NEL REGOLAMENTO EDILIZIO COMUNALE

Per ottenere risultati concreti sul territorio, obbligando, ma anche incentivando i privati all'introduzione di elementi di edilizia sostenibile e di risparmio energetico nelle nuove costruzioni e nelle ristrutturazioni, risulta di fondamentale importanza integrare il Regolamento Edilizio Comunale con opportune disposizioni in materia.

Un possibile spunto di riflessione potrebbe venire dalla bozza di "Integrazioni al Regolamento Edilizio Comunale vigente per l'Edilizia Sostenibile", elaborato dal Gruppo di Lavoro "Edilizia Sostenibile" della Rete delle Agende 21 locali della Toscana, della quale fa parte anche l'Agenda 21 del Comune di Massa.

Si riporta di seguito la bozza di tale documento.

Articoli 1. Finalità

Il presente regolamento disciplina e incentiva gli interventi di edilizia sostenibile che presentano caratteri di qualità dello spazio fisico e dell'ambiente, rispettando i principi di ecoefficienza e di ecocompatibilità.

Gli interventi di trasformazione edilizia devono raggiungere livelli di qualità energetico – ambientale degli spazi scoperti e di quelli edificati, al fine di renderli compatibili con le esigenze antropiche e con l'equilibrio delle risorse ambientali.

La qualità insediativa ed edilizia deve pertanto essere l'obiettivo principale della progettazione e deve contenere un rinnovato approccio verso uno sviluppo del territorio che consideri:

- la compatibilità ambientale;
- la ecoefficienza energetica;
- il comfort abitativo;
- la salvaguardia della salute dei cittadini.

Articolo 2. Campo di applicazione

Rientrano nell' ambito di applicazione delle presenti norme gli interventi di iniziativa privata relativi a:

- Piani attuativi
- Nuove costruzioni
- Ristrutturazioni dell'intero organismo edilizio

Per gli interventi sul patrimonio edilizio esistente, dovranno essere predisposte da parte degli uffici competenti specifiche indicazioni che consentano di assicurare la compatibilità della messa in opera degli impianti solari termici con l'esistenza di eventuali vincoli paesaggistici o vincoli sul patrimonio edilizio esistente derivanti dal regolamento urbanistico.

Articolo 3. Strumenti

Le valutazioni dei progetti e la loro rispondenza ai principi della Edilizia sostenibile sono effettuate sulla base delle Linee Guida regionali di cui alla Delibera GRT n. 322 del 28.02.2005 e alla delib. GRT n. 218 del 03.04.2006 e alle loro successive modifiche ed integrazioni secondo il sistema di valutazione in esse contenuto.

In particolare, il raggiungimento degli obiettivi di qualità edilizia, urbanistica e sostenibilità ambientale deve attuarsi attraverso un sistema di progettazione e verifica di tipo prestazionale.

Le opere edilizie devono rispondere a specifici requisiti secondo parametri oggettivi e misurabili, in base ai quali verranno verificati i livelli di prestazione delle stesse.

Articolo 4. Progettazione

La progettazione integrata dei nuovi interventi è basata essenzialmente sui caratteri locali, ambientali, climatici e storici dell'area oggetto di trasformazione.

Per progettazione integrata si intende un intero e complesso processo che vede risolte in un unico momento tecnico-ideativo tutte le istanze, da quelle urbanistiche, architettoniche, strutturali, impiantistiche a quelle della sicurezza del cantiere, dello smaltimento dei materiali edili, etc.

Al fine di integrare la progettazione degli edifici con i fattori climatici, sfruttando i benefici di quelli favorevoli e proteggendo le costruzioni da quelli che incidono negativamente sul comfort abitativo e sul risparmio energetico, i progetti devono eseguire le seguenti verifiche:

- calcolo del fabbisogno annuo di energia primaria dell'immobile;
- verifica dell' abbattimento di tale fabbisogno nel periodo invernale attraverso gli apporti gratuiti di energia derivanti dall'irraggiamento solare;
- verifica dell'abbattimento di tale fabbisogno nel periodo estivo attraverso il controllo del soleggiamento e l'adozione dei sistemi di raffrescamento passivo.

La disposizione interna dei locali deve tenere conto della compatibilità tra funzioni dei locali ed orientamento, in riferimento ad illuminazione, calore e ventilazione.

Al fine di garantire il rispetto e la valorizzazione delle caratteristiche ambientali locali nella progettazione si deve tener conto della possibilità di utilizzo di materiali eco e bio-compatibili, facendo ricorso prioritariamente a materiali locali e riciclabili.

In caso di oggettiva impossibilità ad osservare le verifiche di cui sopra, il professionista incaricato del progetto deve specificare puntualmente le motivazioni e proporre idonee alternative.

Articolo 5. Requisiti minimi

I requisiti minimi disciplinati dal presente regolamento sono finalizzati principalmente al risparmio delle risorse ambientali, quale obiettivo primario della sostenibilità, pertanto sono considerati obbligatori il risparmio energetico ed idrico secondo la seguente tabella.

	INTERVENTI SU EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE	REQUISITI MINIMI OBBLIGATORI	REQUISITI MINIMI INCENTIVATI (SPAZIO RISERVATO AI COMUNI)
RISPARMIO RISORSE	Installazione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria, fatto salvo documentati impedimenti tecnici, in tal caso dovranno essere realizzati interventi alternativi che consentano di ottenere un equivalente risparmio energetico.	50% Fabbisogno annuale	
	Impianto centralizzato con contabilizzatore individuale del calore e/o eventuale allacciamento alla rete di teleriscaldamento.	Quattro unità immobiliari	
	Isolamento termico ad alte prestazioni dell'involucro edilizio	Conformità ai limiti previsti dal D.Lgs.192/05 per il 2009	
	Installazione di caldaie a basse emissioni inquinanti	Conformità ai limiti previsti dal D.Lgs.192/05 per il 2009	
	Risparmio idrico mediante raccolta delle acque meteoriche dalle superfici impermeabili finalizzata al riutilizzo	Raccolta delle acque meteoriche dalle coperture e stoccaggio in cisterne o accumuli naturali	Impianto idrico duale, utilizzo delle acque piovane per usi domestici non potabili

Per gli interventi sul patrimonio edilizio esistente i requisiti minimi obbligatori sono considerati requisiti incentivati.

Ulteriori requisiti, così come già previsti dalle Linee Guida per l'edilizia sostenibile in Toscana, potranno far parte del presente regolamento e sarà cura dell'Amministrazione Comunale differenziare quelli obbligatori da quelli incentivanti.

Articolo 6. Procedimento

Il raggiungimento degli obiettivi di qualità edilizia ed ambientale prefissati dovrà essere garantito da un procedimento edilizio che permetta il controllo dell'attività di trasformazione del territorio dalla progettazione, alla esecuzione, al collaudo ed uso degli edifici.

A tal fine il presente regolamento stabilisce quali siano gli elaborati di progettazione e verifica, gli adempimenti, gli obblighi e le sanzioni.

Il progetto deve garantire:

- l'adeguatezza al contesto ambientale e climatico del sito in cui si interviene;
- il coordinamento tra il progetto architettonico e i progetti degli impianti, del verde, della viabilità ecc.
- la realizzazione dell'opera secondo i criteri e le tecniche costruttive biocompatibili ed ecoefficienti;
- la verifica dei risultati e la loro permanenza nel tempo.

Gli elaborati obbligatori da produrre nel procedimento edilizio, dalla progettazione all'uso del fabbricato, sono:

1. Analisi del sito, propedeutica alla progettazione dei nuovi edifici, contenente tutti i dati relativi all'ambiente in cui si inserisce la costruzione;(fattori fisici, fattori climatici, fattori ambientali)
2. Gli elaborati tecnici, sia grafici che di calcolo, atti a dimostrare il soddisfacimento dei requisiti;
3. La tabella riepilogativa dei punteggi di cui all'art.9 e il pacchetto di schede di valutazione relativo ai requisiti di progetto;
4. Il programma delle manutenzioni;
5. Il manuale d'uso per gli utenti contenente le prestazioni, le verifiche effettuale sulle opere realizzate, i certificati, i collaudi ed il programma di manutenzione e le istruzioni d'uso del fabbricato.

Gli elaborati di cui ai punti 1,2,3 sono presentati con il progetto delle opere al momento della presentazione dell'istanza, gli elaborati di cui ai punti 4 e 5 è presentato nella fase di abitabilità/agibilità di cui all'art. 86 L.R. 1/2005.

L'elenco degli elaborati è aggiornabile periodicamente con semplice determinazione dirigenziale.

La documentazione ulteriore, necessaria per l'ottenimento degli incentivi è:

- atto d'obbligo unilaterale firmato dal/i proprietario/i secondo il fac-simile fornito dall'amministrazione comunale;
- copia di ognuna delle schede tecniche dei requisiti a cui si fa riferimento per la richiesta di incentivo;
- tabella riepilogativa del punteggio raggiunto;
- eventuale ulteriore documentazione tecnica ritenuta necessaria;
- polizza fideiussoria a garanzia del valore degli incentivi previsti di importo superiore di ……punti percentuale all'incentivo ottenuto, da svincolarsi previa verifica e monitoraggio tecnico di cui all'art.8 del presente regolamento da parte dell'Amministrazione Comunale con la seguente tempistica:
  - 50% al dodicesimo mese dalla dichiarazione di fine lavori
  - 50% al ventiquattresimo mese dalla dichiarazione di fine lavori

Articolo 7. Il sistema di valutazione

Allo scopo di individuare le prestazioni degli edifici vengono redatte e approvate idonee schede di valutazione ovvero approvate le schede di cui alle "Linee guida per l'edilizia sostenibile in Toscana".

Le soluzioni progettuali atte a raggiungere le prestazioni indicate nelle schede di valutazione sono documentate attraverso elaborati grafici di dettaglio, tabelle di calcolo, relazioni descrittive ed ogni altro documento possa essere esemplificativo delle scelte effettuate e che possa garantire l'efficacia delle stesse.

Nelle schede sono riportati i requisiti, le prestazioni, il sistema di valutazione e gli strumenti di verifica in fase di progettazione, costruzione, collaudo ed uso della costruzione.

Le schede tecniche di valutazione sono aggiornabili, per cambiamenti normativi o innovazioni tecnologiche, con determinazione dirigenziale su motivata relazione dell'Ufficio competente.

Il raggiungimento di un livello di qualità superiore alla soglia stabilita come livello obbligatorio, fa scattare gli incentivi previsti dal presente Regolamento.

L'Amministrazione Comunale stabilisce e modifica i pesi del sistema di valutazione adottato e determina la soglia dei requisiti incentivati.

Articolo 8. Verifiche sulle opere

Le verifiche sulla regolarità delle opere eseguite devono essere effettuate, principalmente nella fase di abitabilità/agibilità degli edifici.

A tale scopo il direttore dei lavori deve produrre le certificazioni, i collaudi e le misurazioni necessarie a verificare la rispondenza dell'opera al livello di qualità indicato nel progetto, sia per i livelli obbligatori che per quelli che hanno dato diritto agli incentivi.

Le verifiche sulle tecniche costruttive, la posa in opera di materiali, sono eseguite in corso d'opera dal direttore dei lavori al fine di garantire l'efficacia delle verifiche e certificazioni finali.

Le verifiche di cui sopra sono riportate nel Manuale d'uso per l'utente.

Le verifiche sugli interventi di ecoefficienza degli edifici che hanno determinato l'accesso agli incentivi sono disposte dai Comuni, singoli o associati, attraverso un gruppo tecnico di controllo e monitoraggio appositamente nominato.

La mancata rispondenza di quanto previsto nel progetto approvato e/o il mancato deposito dei documenti di cui sopra rende difformi le opere realizzate.

Articolo 9. La quantificazione degli incentivi

Il presente regolamento definisce e individua gli incentivi concessi applicando un criterio premiante che consente l'ottenimento di sconti differenziati e progressivi sugli oneri di urbanizzazione secondaria o incentivi sui parametri edilizi per gli interventi di maggiore qualità ecosistemica.

Tali incentivi possono essere anche cumulabili.

a) PIANI ATTUATIVI E NUOVE COSTRUZIONI

PUNTEGGIO CONSEGUITO	SCONTO URBANIZZAZIONE SECONDARIA	INCREMENTI VOLUMETRICI E/O DI SUPERFICIE UTILE LORDA (SUL)*	
		PREMIO VOLUMETRICO E/O DELLA SUPERFICIE UTILE LORDA (SUL)	
x	≥....%	≥....%	
x			
x		x	
x			

b) RISTRUTTURAZIONE DELL'INTERO ORGANISMO EDILIZIO

PUNTEGGIO CONSEGUITO	SCONTO URBANIZZAZIONE SECONDARIA	INCREMENTI VOLUMETRICI E/O DI SUPERFICIE UTILE LORDA (SUL)*	
		PREMIO VOLUMETRICO E/O DELLA SUPERFICIE UTILE LORDA (SUL)	
x	≥.... %	≥....%	
x			
x		x	
x			

* se consentito dai regolamenti urbanistici.

Articolo 10. Sanzioni

Per le opere realizzate in difformità al progetto approvato accertate dagli organi competenti per interventi che abbiano ottenuto incentivi si applicano le seguenti sanzioni:

- le sanzioni di cui al Titolo VIII Capo I art. 128 della L.R.1/05 per gli incentivi relativi agli oneri di urbanizzazione secondaria;
- le sanzioni di cui al Titolo VIII Capo I della L.R.1/05 per gli incentivi relativi ai parametri urbanistici.

DEROGHE AI PARAMETRI URBANISTICO EDILIZI

In applicazione dell'Art. 146 comma 2 della LR 1/2005, sono esclusi dai computi urbanistici (SC, Volume, SUL) le seguenti parti degli edifici destinati ad uso residenziale e terziario (turistico ricettivo, commerciale e direzionale), se espressamente finalizzate all'ottenimento del comfort ambientale e risparmio energetico, attraverso il miglioramento dell'isolamento termico e lo sfruttamento del massimo soleggiamento durante la stagione più fredda:

- Verande e serre solari non riscaldate disposte nei fronti da sudest a sudovest con funzione di captazione solare che abbiano la superficie esterna, riferita a pareti e copertura, vetrata per almeno il settanta per cento. Il volume delle serre non può superare il 20% del volume riscaldato dell'edificio; deve in ogni caso essere accuratamente previsto l'adattamento delle serre alla stagione più calda mediante schermature, aperture etc.
- Spazi collettivi interni coperti o racchiusi da vetrate quali corti chiuse, spazi condominiali coperti e climatizzati naturalmente, progettati al fine di migliorare il microclima del complesso edilizio, con incidenza fino ad un massimo del venticinque per cento della superficie coperta dell'edificio.
- L'esclusione dei sopra citati volumi dagli indici urbanistici previsti dal regolamento urbanistico ed in generale dagli atti del governo del territorio, è subordinata alla certificazione del "Bilancio Energetico", nella quale si dà atto del guadagno energetico previsto, tenuto conto dell'irraggiamento solare, su tutta la stagione di riscaldamento.

Sono esclusi dai computi urbanistici anche i seguenti extra spessori:

- La parte delle murature esterne, siano esse portanti o tamponature eccedenti i 30 cm di spessore finito. Dovranno in ogni modo essere rispettate le distanze minime dai confini di proprietà, dai fabbricati, e dalle strade previste da leggi e regolamenti.
- La porzione superiore e non strutturale dei solai interpiano (evidenziandone la funzione dal punto di vista dell'efficienza termica e/o acustica del progetto).
- La porzione superiore e non strutturale dei solai di copertura, l'incremento di spessore del pacchetto sarà funzionale alle caratteristiche tecniche della soluzione prescelta.

Le presenti norme si applicano compatibilmente con i caratteri storici ed architettonici degli edifici e dei luoghi.

16 ALLEGATI ALLA LINEA 2

16.1 ALLEGATO II -1. PREVENTIVO DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DI REALIZZAZIONE DELLA CENTRALE DI SANT'ANNA

Sistemazione opera di presa con riprofilatura della briglia	Euro 4.000,00
Paratorie, griglie e altri accessori	Euro 7.000,00
Pompe/turbina 30 kW	Euro 6.000,00
Quadri elettrici di comando BT	Euro 8.000,00
Sistemi di trasmissione potenza	Euro 1.000,00
Generatore asincrono 30 kW	Euro 1.500,00
Sistema di rifasamento	Euro 1.000,00
Quadri di controllo	Euro 4.000,00
Struttura della centrale	Euro 15.000,00
Realizzazione impianto di terra	Euro 1.000,00
Impianto luce	Euro 1.000,00
Connessione rete Enel	Euro5.000,00
Progettazione	Euro 5.000,00
Direzione lavori	Euro 5.000,00
Totale costo di realizzazione	Euro 64.500.00

16.2 ALLEGATO II – 2. IDROLOGIA E CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ

Per la generazione dell'energia idroelettrica verranno derivati 0,8 m^3/sec di acqua, pari a 8 moduli medi, dalla corrente del Frigido. i seguito si riportano i valori medi delle portate rilevate dall'istituto idrografico di PISA negli anni dal 1949 al 1960.

Portate mensili medie nel bacino del Frigido a Canevara

MESE	M^3/SEC	M^3/SEC	M^3/SEC
	MEDIO	MINIMO	MASSIMO
Gennaio	9,31	2,12	19,3
Febbraio	12,2	2,17	28,8
Marzo	7,24	1,43	14,2
Aprile	8,18	1,97	16,6
Maggio	5,36	1,24	10,5
Giugno	2,03	0,85	2,64
Luglio	1,42	0,69	2,96
Agosto	1,01	0,5	2,47
Settembre	2,51	0,51	8,57
Ottobre	8,08	1,34	22,2
Novembre	8,89	1,9	17,9
Dicembre	13	3,09	26,7

I valori di portata sono riferiti ad un bacino di 46 km^2; poiché il bacino sotteso dall'opera di presa della Briglia di Sant'Anna è di 30 km^2, i valori riportati possono essere utilizzati per il calcolo delle portate alla centrale semplicemente moltiplicandoli per il rapporto delle aree facendo la ragionevole supposizione che le caratteristiche del territorio non varino apprezzabilmente all'interno dello stesso bacino.

Portate medie mensili alla briglia della Centrale.

MESE	L/SEC	L/SEC	L/SEC
	MEDIA	MIN	MAX
Gennaio	6072	1383	12587
Febbraio	7957	1415	18783
Marzo	4722	933	9261
Aprile	5335	1285	10826
Maggio	3496	809	6848
Giugno	1324	554	1722
Luglio	926	450	1930
Agosto	659	326	1611
Settembre	1637	333	5589
Ottobre	5270	874	14478
Novembre	5798	1239	11674
Dicembre	8478	2015	17413

Curva di durata delle portate: valori delle portate medie per i Giorni annui per cui è possibile avere tale portata

GG	CANEVARA 46 KM^2			FRIGIDO A SANT'ANNA KM^2 30		
	M^3/SEC	M^3/SEC	M^3/SEC	LITRI/SEC	LITRI/SEC	LITRI/SEC
	MEDIA	MINIMA	MASSIMA	MEDIA	MINIMA	MASSIMA
0	188	40,6	188	122609	26478	122609
10	40,6	18,1	58	26478	11804	37826
91	5,49	2,76	10,1	3580	1800	6587
182	2,08	1,49	3,82	1357	972	2491
274	0,94	0,83	1,26	613	541	822
355	0,46	0,38	0,66	300	248	430
366	0,36	0,36	0,57	235	235	372

Calcolo della producibilità elettrica teorica prendendo per sicurezza i valori minimi di portata a cui sono stati sottratti 10 litri/sec di lascito nell'alveo.

GG	PORTATA	POTENZA	POTENZA ISTALLATA	PRODUZ
	L/SEC	kW	MAX kW	kWH
0	122609	4507,6726	30	0
10	26478	973,46547	30	7200
91	3580	131,63363	30	58320
182	1357	49,872123	30	65520
274	613	22,538363	22,538363	49764,706
355	300	11,029412	11,029412	21441,176
366	235	8,6317136	8,6317136	2278,7724

produzione totale annua media	kWh	204524,65

GG	PORTATA	POTENZA	POTENZA ISTALLATA	PRODUZ
	L/SEC	kW	MAX kW	kWH
0	26478	973,46547	30	0
10	11804	433,98338	30	7200
91	1800	66,176471	30	58320
182	972	35,725703	30	65520
274	541	19,900895	19,900895	43941,176
355	248	9,1112532	9,1112532	17712,276
366	235	8,6317136	8,6317136	2278,7724

produzione totale annua minima	kWh	194972,23

GG	PORTATA	POTENZA	POTENZA ISTALLATA	PRODUZ
	L/SEC	kW	MAX kW	kWH
0	122609	4507,6726	30	0
10	37826	1390,665	30	7200
91	6587	242,16752	30	58320
182	2491	91,592072	30	65520
274	822	30,210997	30,210997	66705,882
355	430	15,824808	15,824808	30763,427
366	372	13,66688	13,66688	3608,0563

produzione totale annua massima	kWh	232117,37

16.3 ALLEGATO II – 3. REPORT FOTOGRAFICO RELATIVO AI SITI INDIVIDUATI

Veduta della briglia in prossimita di Forno

Altra veduta della briglia

Altra veduta della briglia

punto di arrivo del canale

Vista del canale attualmente insabbiato

Altra vista del canale

Viste della briglia su cui si propone l' installazione di una seconda centralina.

Vista dei siti in cui si propone l' installazione della terza e della quarta centralina e per i quali è possibile sfruttare opere idrauliche residuali